



**Вода для мелиорации,  
водоснабжения отраслей экономики  
и природной среды  
в условиях изменения климата**

Сеть водохозяйственных организаций стран  
Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии

Ташкент 2018

**Сеть водохозяйственных организаций стран  
Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии**

**Вода для мелиорации,  
водоснабжения отраслей  
экономики и природной среды  
в условиях изменения климата**

**Ташкент 2018**

**Вода для мелиорации, водоснабжения отраслей экономики и природной среды в условиях изменения климата: Сб. научн. трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии, вып. 11. - Ташкент: НИЦ МКВК, 2018. - 232 с.**

В сборнике представлены статьи, отражающие современное состояние исследований и реализуемых мероприятий в сфере мелиорации земель, водоснабжения отраслей экономики и природной среды, а также по предотвращению последствий, вызванных изменением климата в странах Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии.

Редакционная коллегия: проф. Духовный В.А., д-р Зиганшина Д.Р.,  
к.т.н. Беглов И.Ф.

Издается при финансовой поддержке Российской Федерации / Европейской экономической комиссии ООН

© Сеть водохозяйственных организаций стран ВЕКЦА, 2018

© Научно-информационный центр МКВК, 2018

## Содержание

Дорогу осилит далеко смотрящий Духовный В.А. ....	5
К вопросу о стратегии выживания в условиях грядущего водного кризиса Ибатуллин С.Р. ....	14
Проблемы трансграничного использования водных ресурсов в бассейне Иртыша и перспективы гидротехнического строительства в регионе Козлов Д.В. ....	32
Сельскохозяйственное водоснабжение в условиях дефицита водных ресурсов и проблемы загрязнения вод Кизяев Б.М., Исаева С.Д. ....	38
Развитие водного хозяйства России - приоритет научно-технологического развития? Прохорова Н.Б. ....	48
Водное хозяйство России в условиях изменения климата Сухой Н.А., Омельяненко В.А. ....	58
Новый импульс для регионального взаимодействия по проблемам бассейна Аральского моря Соколов В.И. ....	77
Водное сотрудничество стран Центральной Азии Кипшакбаев Н., Елюбаева М. ....	93
Водосбережение и совместные действия стран Центральной Азии по рациональному использованию воды, внедрение нормативного использования природных ресурсов в качестве главного инструмента взаимодействия Пулатов Я.Э., Пулатова Ш.С., Пулатов Ш.Я. ....	98
Состояние малых рек Молдовы как угроза водной безопасности в условиях изменения климата Коробов Р.М., Тромбицкий И.Д., Сыродоев Г.Н. ....	115

Совершенствование системы управления использованием и охраной водных ресурсов в Беларуси Калинин М.Ю. ....	136
Использование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях Южного Казахстана как резерв повышения водообеспечения Анзельм К.А., Керимшеев С.Т., Эсанбеков М.Ю. ....	150
Процессы опустынивания в Приаралье. Сохранение природной среды Стулина Г.В., Эшчанов О, Рузиев И, Зайтов Ш. ....	159
Проблемы управления водными ресурсами на оросительных системах Кыргызстана Маматалиев Н.П., Аскаралиев Б.О., Омурзаков К.Э. ....	175
Водосбережение в странах Центральной Азии: опыт прошлого и ориентиры на будущее Мухамеджанов Ш.Ш., Имашева Г., Хасанова Н. ....	180
Предложения по подготовке целинных и залежных земель к освоению Бердянский В.Н., Бердянский В.В., Рябинин А.А. ....	210
Сеть водохозяйственных организаций стран ВЕКЦА: 10 лет работы Беглов И.Ф., Беликов И.В. ....	215
Влияние изменения климата на водный сектор и адаптационные мероприятия, направленные на снижение рисков Аганов С.Е. ....	223

## **Дорогу осилит далеко смотрящий**

**Духовный В.А.**

**Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии**

Выдающийся дагестанский писатель Расул Гамзатов в своем произведении «Я, солнце и дедушка Илларион» дает такой эпизод. Мальчик Иллико спрашивает деда Иллариона: «Почему я, когда езжу на велосипеде, всегда падаю, а ты едешь на лошади и не упадешь?» - «А ты куда смотришь, когда едешь на велосипеде» - «Под ноги» - «А я, когда на лошади еду, смотрю на дорогу вперед туда, где она взбирается на другую гору!»

Одна из причин, что наша водохозяйственная отрасль постоянно спотыкается, заложена в притче деда Иллариона – мы живем, в основном, нынешними краткосрочными планами, мы смотрим себе под ноги и разучились строить долговременную основу деятельности своих отраслей. И, к сожалению, это превратилось во всеобщую тенденцию. У меня сложилось такое впечатление, что руководство отраслью, за исключением некоторых стран, боится строить долговременные перспективы, ведь в пределах одного-двух лет ни будущую изнанку, ни будущую гору не видно – подальше от глаз, подальше от сердца!

Между тем нынешняя обстановка характеризуется нарастанием различных проблем, которые не могут не воздействовать на нашу отрасль. В первую очередь, глобальная социально-экономическая обстановка. Последний анализ Римского клуба подтверждает, что «текущие тренды идут неустойчивым путем. Непрерывный рост ведет к большим противоречиям с природными планетарными ограничениями. Экономика под действием финансовой системы с ее соблазном к спекулятивным действиям ведет к увеличению разрыва благосостояния и дохода... Люди видят мир в состоянии беспорядка, смятения и неопределенности. Капитализм с его фокусированием на кратковременную максимизацию прибыли ведет нас ошибочным путем – в направлении дестабилизации климата и деградации экосистемы.

Выход из этого убедительно показан примерами развития Китая, Сингапура, Израиля, Голландии, которые не только резко ограничили свое потребление природных ресурсов при поражающем росте экономики, но и

активно внедряют альтернативные источники энергии, отказавшись в целом от сжигаемого топлива.

Еще одно геополитическое влияние, оказываемое на весь остальной мир Западом – навязывание своей идеологии, политического шаблона и системы образования. Система финансовых – международных и двухсторонних институтов нацелена практически на разрушение научного и профессионального потенциала наших организаций, создания приоритета зарубежных консультативных компаний, в результате чего багаж наших знаний и ноу-хау постепенно перешел к донорам, а нашим проектным организациям уготована роль в лучшем случае субконтракторов или просто поставщиков информации. Потенциал проектных организаций в рамках СНГ сократился в несколько, а кое-где в десятки раз, а НИИ – еще больше!

Но главное – разрушена великолепная система советского образования, которая готовила мыслящих, аналитически настроенных людей, готовых противостоять складу ума и мышлению всем глобальным вызовам. Именно на это ориентировал В.И. Вернадский «Можно смотреть в наше будущее уверенно. Оно в наших руках» - «Все человечество вместе взятое представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, с его разумом и направленным этим разумом его трудом». Силу разума мы направили на создание оружия массового уничтожения. И здесь человечество достигло небывалых, но ужасающе разрушительных результатов. Необходимо, чтобы знания и наука были направлены на созидательно революционные открытия и подвижки.

К сожалению, человеческая деятельность, окутанная громадным потоком искаженных идеалов в виде поиска максимума дохода (неизвестно в чьих интересах), погоней за личным богатством, которое между тем не стоит ничего по сравнению с сохранением здоровья человечества и каждого индивидуума, завязанное в коридорах бюрократических обязательств и ограничений, а особенно парадокса – богатейшее человечество за всю историю не может найти средство на науку и образование!

Президент России В.В. Путин сказал: «Наш соотечественник Владимир Вернадский в начале двадцатого века создал учение об объединяющем человечество пространстве – ноосфере. В нем сочетаются интересы стран и народов, природы, общества, научное знание и государственная политика. Именно, на фундаменте этого учения фактически строится сегодня концепция устойчивого развития». Следует подчеркнуть, что Китай применил идеи В.И. Вернадского на практике, и всему миру продемонстрировала, что экономический рост и НТП тесно

связаны и именно НТП – главная движущая сила экономического роста. Валовой внутренний продукт (ВВП) КНР вырос за 25 лет в 28,7 раза, тогда как в России всего в 1,2 раза и в США в 3,02 раза. Темпы роста экономики КНР впечатляют и не могут быть объяснены только высокой и все время возрастающей численностью населения. ВВП на душу населения вырос в 23,4 раза. Доля расходов на НИОКР в ВВП Китая с середины 90-х гг. выросла почти в 4 раза. Одолев 2% рубеж, КНР, впрочем, отстаёт по этому показателю от группы мировых лидеров (Республика Корея, Германия, Австрия, скандинавские страны, Япония, Тайвань, Израиль, США), где он достигает 3-4 %.

Сегодня мы видим, что показатели экономики – ВВП на душу человека – не являются показателем его благополучия. Богатейшая страна мира – США с более чем 30 тыс. долларов дохода на человека имеет 12 % недоедающих и 6 % голодающих. Сравните Китай и даже страны нашего региона ВЕКЦА. В Казахстане, по данным ООН, количество недоедающих снизилось с 5,9 до 2,5 %, в Кыргызстане – стране региона с ВВП меньше 1000 \$/человека с 9,7 до 6,5 %, в Белоруссии с 3 до 2,5 %, в России – устойчиво 2,5 %, Украина, хотя и допустила рост с 2,5, но до 3,3 %, Туркменистан – 5,5 %.

Всех пугала нефтяная и газовая зависимость. Но уже сейчас многие страны почти полностью перешли на использование источников чистой энергии, и все человечество уверенно идет по этому пути.

Член-корреспондент Академии наук, Президент Российской экологической академии проф. В.А. Грачев считает, что глобальные проблемы связаны с тремя группами глобальных процессов:

- глобальные изменения климата;
- глобальное истощение природных ресурсов всех видов;
- глобальное загрязнение климата.

Решение этих проблем и его мнение на основе участия В.И. Вернадского лежит в ноосферных балансах, основанных на разумном потреблении и ускоренным воспроизводстве в глобальном природном балансе Вселенной.

Проблема воды, которая базировалась на резкой ограниченности располагаемых водных ресурсов – пресных и доступных, на примере Израиля и Катара получила решение в виде опреснения морских и попутных нефтяных вод. О проблеме энергии мы уже говорили – это ветер, солнце и гидроресурсы. А проблема земельных ресурсов получила



воплощение в вертикальной многоэтажной агротехнике теплиц и использовании всех естественных ресурсов земли.

Между тем, как подчеркивает Грачев В.А. – основой гомеостаза в глобальных климатических изменениях являются процессы, происходящие в биосфере. Конечно, изымая углерод из недр, куда природа «прятала» его много лет, человечество значительно сократило срок его оборота, но эти процессы компенсируются тем, что главный парниковый газ  $\text{CH}_4$  своей скоростью круговорота в природе участвует в глобальной компенсации и увеличение антропогенного  $\text{CO}_2$  приводит к ускорению роста биомассы, что можно оценить, как положительное явление. Наши исследования в Ферганской долине (Стулина Г.В., Солодкий Г.Ф.) показали, что учет повышения термического потенциала, уменьшение вегетационного периода культур, приводит не к увеличению потребности в воде, а к ее снижению и на единицу площади и тем более, на единицу увеличивающегося объема продукции.

На нашей конференции будет представляться доклад селекционера, доктора биологических наук проф. С. Алиходжаевой, который показывает, что новые генно-сформированные сорта хлопчатника позволяют снизить водопотребление до 3-4 тыс.  $\text{м}^3$  воды на гектар при двух поливах, высокой солеустойчивости и более высоком качестве волокна.

Все это показывает, что роль развития науки и разума, на которой мы пытаемся экономить и которую нужно развивать и развивать, ограничена. Поэтому мы должны строго следить за тем, чтобы формировать будущее поколение мыслящих людей, вернуться на позиции советского образования, которое давало огромную платформу для совершенствования и развития.

Недавно я опубликовал статью, где сравнил вложения в отечественную водно-мелиоративную науку в советский период и ныне – в 10 раз снизилось финансирование, мы потеряли огромный потенциал технологий, результатов, решений и недоконченных институтов. Иначе как близорукостью или вредительством нельзя объяснить ликвидацию родины российской мелиоративной науки Московского гидромелиоративного института им. В. Костякова. Из того же невнимания к сохранению потенциала таких институтов как Союзводпроект, Гипроводхоз в России, Средазгипроводхлопок, Узгипроводхоз, Ферганагипроводхоз в Узбекистане, ТуркменНИИГиМа, ТаджикиНИИГиМа, КиргизНИИГиМа во всех наших Центрально-Азиатских республиках, великолепной школы гидротехника Павловского, академика Пославского, Замарина, борьбы с рисками Цотне Евгеньевича Мирцхулавы, мелиораторов Азербайджана – школа Бехбудова и Варунцяна и т.д. Последствия этого преобразования науки мы имеем сегодня в увеличении потерь воды в наших

водохозяйственных системах, в увеличении необходимого объема очистки наносов по бассейну реки Амударьи в несколько раз. Мы потеряли производство гибких поливных трубопроводов из капрона с регулируемыми водовыпусками, пытаюсь заменить их двух-однолетними полиэтиленовыми временными трубопроводами без регуляторов водоподачи, которые усложняют неравномерность увлажнения. Мы потеряли производство бестраншейных и щелевых дренажников, планировщиков, рыхлителей, дренажников, которые мы вынуждены сейчас закупать за границей. Но главное – мы потеряли искусство и инструменты управления – многолетнее перспективное планирование, необходимость комплексного решения перспективных задач и наличие персонала, все это хорошо понимающего и готового не только глотать рекомендации от полуграмотных и незнакомых с нашими условиями иностранных консультантов, но вырабатывающих свою собственную линию выживания в сложных современных условиях развития водного хозяйства и ирригации.

В том, что эта линия должна быть именно такой, убеждают результаты нашего анализа перспективы бассейна р. Амударьи.

Предполагаемый дефицит по бассейну на уровне 2035-2045 гг. предположительно будет 8-11 км<sup>3</sup> в средний год, в том числе:

- рост населения ежегодно 320 тыс. чел. в год – 2,5 км<sup>3</sup>;
- изменение климата (о котором так много говорят) – уменьшение стока – 1,5-3 км<sup>3</sup>;
- рост потребления Афганистаном – 3 км<sup>3</sup>;
- рост водопотребления экономики и потребностей водохозяйственного комплекса в трех государствах – 1,5 км<sup>3</sup>;

Итого: 8,5 – 11 км<sup>3</sup>

Среднегодовое увеличение дефицита может быть покрыто целым рядом комплекса мер, если все страны бассейна примут синхронное участие в их осуществлении. В первую очередь, внедрение системы SCADA на всех головных и водовыпускных сооружениях позволяет снизить русловые потери до уровня 1990 г. – до независимости, когда Минводхоз Союза осуществлял строгий контроль за распределением воды. Это сразу может дать 7-8 км<sup>3</sup> покрытия дефицита.

Другие направления экономии воды:

- внедрение ИУВР на уровне бассейна;
- переход от гидроэнергетического режима к комбинированному может дать пользу – 2 км<sup>3</sup>;

- пересмотр норм орошения на основе пересмотра гидромодульного районирования и одновременно внедрения нашей методики расчета норм орошения – еще 1,5 км<sup>3</sup>.

Особо хочется остановиться на внедрении ИУВР. ИУВР позволяет избавиться, самое главное, – от организационных потерь, которые на нашем опыте по ИУВР Фергана составляют как минимум 10-15 %. По бассейну Амударьи эти отклонения от намеченных графиков водоподачи составляют для вегетационного периода в среднем 14 % для невегетационного периода – еще больше.

ИУВР требует строгого планирования, научно-обоснованных рычагов и, главное, включения механизма общественного участия и контроля. Все эти работы очень важны, если учесть что главные последствия современных климатических изменений – это большие ежегодные колебания. Опыт 2008 г. показывает, что отклонения этого года от среднегодовых многолетних составляет 30 км<sup>3</sup> – но в перспективе может составить по Амударье – 26 км<sup>3</sup>, по Сырдарье – 13 км<sup>3</sup> или в сумме 39 км<sup>3</sup>! В то же время в 2008 г. Ферганская долина за счет применения ИУВР спокойно пережила и даже нарастила свою продуктивность без ущерба. Каков ныне арсенал водосбережения?

Хотя о будущих вызовах руководители отраслей умеют говорить убедительно и важно, но в настоящее время не видно особого изменения отношения к отрасли со стороны правительств стран региона. И Россия, и Украина по-прежнему не восстановили свой мелиоративный потенциал, отсутствуют достаточно обоснованные стратегии долговременного развития отраслей у других стран. Большая программа намечена специалистами Казахстана, которая Вам будет представлена в докладе казахских коллег, но не ясно – в какой степени она будет воплощена в жизнь. Идея этой разработки казахских коллег состоит в полном использовании имеющихся резервов водных ресурсов, очевидно должна вызвать аналогичные действия со стороны всех стран.

Итак, основные направления нашего взаимодействия:

- построение долговременной водной стратегии каждой страны, Центральной Азии и всего региона ВЕКЦА. При этом рубежи должны идти далее 2035-2045 г.

Здесь возникает вопрос о единстве долговременной стратегии глобальной экологической и региона ВЕКЦА. Имея в виду имеющее место изменения климата, мы должны рассматривать два варианта развития этого процесса, исходящего из различных парадигм;

- процесс роста температуры имеет антропогенный источник процесса, как это следует из Парижской Конвенции;
- нынешнее потепление есть следствие циклических процессов, происходящих в космосе и в ноосфере, и оно в меньшей степени относится к антропогенному влиянию. Сторонники этого подхода апеллируют к истории климатологии, к истории майя и ряда южно-африканских стран.

В ряде публикаций, которые мы выпустили по данному вопросу, показано наличие обоих взглядов. Кстати более 31 тысячи ученых подписали письмо против первой парадигмы.

Что касается долговременной программы развития Евразийского региона, очевидно, что его нужно рассматривать в увязке интересов стран Евразийского содружества с Шанхайской инициативой, а также программой «Один пояс – один путь», с одной стороны, с другой – интересов Европейского Союза. С этой точки зрения, исходя из глобальных интересов, очевидна, необходимость возобновления работ по оценке проекта перераспределения стока сибирских рек в Центральную Азию и другие регионы. Опыт Китая с гигантскими перебросками стока рек с юга на север побуждает использовать этот опыт и в регионе Россия – Центральная Азия. Но кроме значения для обеих частей нынешнего региона появляется поддержка от групп европейских ученых, ориентированных на спасение Арктики. Ниже я привожу высказывания проф. Джона Ниссена, руководителя программы спасения Арктики:

*«Я уверен, что спасение Арктики и его ледового покрова является критическим для восстановления климата, возврата планеты к безопасному, устойчивому состоянию для всех тех безумств молодых людей, от которых зависит будущее благополучие.»*

*Дальнейшее разрушение ледяного покрова Арктики, которое мы наблюдаем в этом году, по мнению Альберта Калио, способствует тому, что теплая поверхностная вода Атлантики устремилась к полюсу на запад в сторону Гренландии.*

*С этой точки зрения, ситуация требует инновационного метода для всех стратегий спасения морского льда. Я думаю, что поэтому соображение В.А. Духовного о проекте переброски сибирских рек на юг очень важно. Направление большого количества воды на юг может спасти льды океана. Но даже при его небольшом влиянии на динамику циркуляции Арктического океана, перебросенная от океана вода даст больше влияния южным странам, которые зависят от муссонов, как например Китай. Как показала Дженнифер Френсис, муссонные величины*

*обязательно изменятся в результате исчезновения даже частичного льда и соответственно уменьшения температурного градиента между Арктикой и уровнями низких широт.*

*Есть другая идентификация, которая может быть значима. Любое охлаждение воды, текущей в Арктику, будет очень положительно. По мере уменьшения ледового покрова и увеличения открытой воды, позитивное альbedo ведет к дальнейшему нагреву океана и таянию льда, но есть также отрицательные последствия вследствие охлаждения термальной радиации в космосе. Проблема за последние 30 лет, что положительный вклад доминировал над отрицательным. Теперь тучи имеют часто охлаждающий эффект летом, отражая солнечный свет, но не зимой, когда тепличный обогревающий эффект доминирует. Это предполагает, что увеличение отрицательного вклада приводит к потенциальной защите льдов, если мы будем разгонять облака зимой.*

*Это увеличивает нынешние возможности относительно поворота рек. Если тучи будут удалены созданием снежного покрова на большей площади сибирского водосбора, реки в низовьях будут переполнены холодной водой от таяния снега. Океан будет выигрывать от исчезновения туч зимой и более холодной воды в низовьях сибирских рек во время освобождения их ото льда весной. Одновременно это предотвратит вечную мерзлоту и усилит выход стока. Поэтому необходимо создавать огромный значительный международный проект, стимулирующий поворот сибирских рек.*

*Я буду благодарен, если Вы будете рассматривать поворот рек как возможный вклад в общие усилия по поддержанию льда Арктики, для которого любой вклад будет важен. Важная размерность здесь есть международное сотрудничество, которому этот проект будет посвящен».*

Все эти гигантские перспективы, бесспорно, связаны с развитием региона в целом и сотрудничества в частности. Об этом свидетельствует вся наша предшествующая история сотрудничества, а также результаты последнего Саммита Глав государств. Хотя определенные шаги в сторону усиления сотрудничества и наметились, но одновременно четко прослеживается приоритет национальных интересов, хотя линия, провозглашенная Президентом Узбекистана Мирзиёевым Ш.М., четко ориентирована на резкий поворот в сторону сотрудничества. Надеюсь, что обращения к Президенту Кыргызстана со стороны его коллег-президентов о возвращении в лоно сотрудничества под эгидой МФСА возымеет свое действие. Поэтому четко наметилась необходимость выработки независимой комплексной линии поведения всех стран ВЕКЦА,

нацеленной на длительное выживание. Она должна быть направлена на два обеспечивающих перспективу направления действий:

- широкое развитие науки в решении острых проблем устойчивого развития, включая воду, энергетику, развитие и экологию; на этой основе организация постоянного повышения квалификации всех слоев населения, вовлеченных в обеспечение устойчивого развития; водных специалистов, экономистов, экологов, энергетиков, специалистов сельского хозяйства – подъем потенциала их на более высокий аналитический и квалификационный уровень;
- создание независимой экспертной платформы, составленной из специалистов всех этих отраслей высокого уровня, обладающих кроме чувства патриотизма, понимаем, что залог выживания человечества и отдельных регионов лежит в выработке подходов – рекомендаций решающим лицам, учитывающим интересы всех стран и ориентированные на понимание и альтернативы происходящих изменений.

Хотя в коммюнике по Саммиту имеется линия на развитие и усиление сотрудничества в нынешних рамках, но необходимость пересмотра прежнего формата сотрудничества прослеживается в поведении отдельных стран и их участии в совместных мероприятиях. Поэтому назрела необходимость в создании независимой экспертной платформы, составленной из высококвалифицированных специалистов не только по водному хозяйству и орошению, как из всех отраслей, использующих воду или влияющих на результативность водопользования: экономисты, экологи, сельхозники, гидротехники и другие. Мы надеемся, что на данной конференции нам удастся провести первую встречу инициативной группы этой экспертной платформы.

## **К вопросу о стратегии выживания в условиях грядущего водного кризиса**

**Ибатуллин С.Р.**

**Международный учебный центр по безопасности гидротехнических сооружений  
Республика Казахстан**

*Цена бездействия сегодня выше  
цены шагов во имя будущего*

В своем докладе проф. В.А. Духовный поднял проблемы отсутствия стратегических программ, направленных на перспективы развития экономик стран ВЕКЦА, включая водный сектор, образование, инновационные процессы и борьбу с голодом. Рассматривая вопросы стратегии выживания любой страны или региона, необходимо прежде всего ответить на вопрос: приняты ли странами долгосрочные программы (или хотя бы концепции) устойчивого развития, как производные от стратегии выживания и насколько они корреспондируются с Целями устойчивого развития, которые вступили в силу с 1-го января 2016 года.

Под устойчивым развитием понимается, прежде всего, экономическая устойчивость – т.е. способность всех секторов экономик региона сохранять заданный уровень достижения целей в условиях динамического воздействия внешних и внутренних факторов.

В 1992 году конференция ООН по окружающей среде и развитию, приняла Концепцию устойчивого развития и ЦРТ, ставшей сегодня глобальной моделью будущего мировой цивилизации. Кроме того, что очень важно, конференция констатировала невозможность движения развивающихся стран по тому пути, которым пришли к своему благосостоянию развитые страны.

Эта модель развития человечества, основанная на максимальной прибыли, признана ведущей к катастрофе. Поэтому на первый план выходит вопрос разработки стратегии выживания в условиях новых вызовов и угроз на фундаменте учения о ноосфере.

В биологическом контексте стратегии выживания – это набор свойств популяции, направленных на повышение вероятности выживания

и оставления потомства, что весьма близко коррелируется с общими задачами устойчивого функционирования социосистем.

Стратегия выживания региона должна основываться на комплексе свойств инновационной, организационной, финансово-кредитной деятельности; должным уровнем материально-технической базы региона, стабильным ресурсным обеспечением; соответствующим кадровым и интеллектуальным потенциалом, и уровнем инновационного менеджмента.

Цель стратегии выживания региона – обеспечить развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности.

При этом можно выделить две стратегии поведения руководства государств или лиц, принимающих решения:

1. Готовность идти на действия, (иногда связанные с риском) в борьбе за поиск ресурсов – активное лидерство, т.е. работа на опережение угроз и вызовов.

2. Снижать потребность общества для снижения рисков (аутсайдерская позиция).

Применительно к нашему региону и с учетом реального экономического состояния наших стран стратегия выживания сводится к главной задаче – обеспечение продовольственной безопасности стран ЦА как устойчивого необратимого процесса. Решение этой задачи должно быть найдено в системном подходе к поиску интегрального равновесия экономик стран ЦА и межсекторальных векторов развития как в региональном, так и внутривосточном измерении.

В последние годы страны ЦА, выйдя из кризиса и стагнации 1990-х годов, интенсивно развивают экономику. При этом каждое государство идет своим путем, в зависимости от принятого политэкономического устройства. Усилия правительств стран направляются в последние годы на разработку и принятие национальных стратегий и программ развития водного хозяйства; ирригации, гидроэнергетики, охраны вод. Но в конечном итоге, они направлены на обеспечение продовольственной безопасности собственных государств.

Во всех странах ЦА приняты программы развития АПК и, в частности, водного хозяйства. Признавая, что они включают в значительной доле внедрение водосберегающих технологий, они при этом, предусматривают и увеличение площадей орошения. К сожалению, эти программы в некоторых странах недоступны для международной общественности (Таджикистан, Туркмения) и чаще всего, слабо учитывают региональные подходы и интересы соседних стран. Например,



программа Кыргызстана предусматривает ввод новых 700,0 тыс. га орошаемых земель. Это потребует, как минимум 3,5-4,0 млрд. м<sup>3</sup> дополнительного изъятия стока ежегодно, что приведет к нарушению ранее утвержденных схем КИОВР бассейнов рек Чу, Таласа и Сырдарьи, что создаст значительное напряжение в водообеспечении Казахстана.

Дефицит водных ресурсов в последние годы характерен для всех стран мира, но нарастание дефицита наиболее быстрыми темпами наблюдается в Центральной Азии. Так, за последние 35 лет водообеспеченность на душу населения в Аральском бассейне снизилась с 4500 м<sup>3</sup> в год до 2150 м<sup>3</sup> в год на человека, т.е. в два с лишним раза (для сравнения – в Европе только на 24 %). Если прибавить к этому неутешительные прогнозы снижения водности наших главных водотоков – Амударьи и Сырдарьи на 12-15 % за счет таяния ледников, а также ожидаемое подключение Афганистана в процесс изъятия стока для ирригации, то становится ясно, что проблема обеспечения жизнестойкости региона стоит на пороге наших стран. Признавая эти угрозы, все страны, несмотря на увеличение площадей орошения, при этом уменьшили (а Узбекистан – значительно) объемы водозаборов. По крайней мере, к настоящему времени (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика основных показателей стран бассейна Аральского моря  
(для Казахстана и Кыргызстана – только бассейн Сырдарьи)\*  
(по данным В.А. Духовного)**

Индикатор	Страна	Год								
		1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016
Население, тыс. человек	Казахстан*	2069	2220	2311	2403	2603	2805	3200	3540	3605
	Киргизстан*	1813	2062	2364	2505	2726	2655	2834	3131	3176
	Таджикистан	4005	4641	5359	5876	6250	6736	7498	8389	8577
	Туркменистан	2576	2923	3346	4192	4909	4127	4434	4850	4935
	Узбекистан	15098	17485	20606	22904	24908	26408	29123	31575	32121,1
	Всего в БАМ	25561	29331	33986	37880	40158	42731	47090	51485	52414,1
Орошаемая площадь, тыс. га	Казахстан	696,0	705,9	752,0	758,4	769,7	691,8	672,7	730,5	781,5
	Киргизстан	451,9	453,8	448,8	459,3	461,5	441,9	437,5	429,3	428,8
	Таджикистан	670,6	710,2	750,5	746,8	749,9	763,1	802,4	806,2	820,7
	Туркменистан	928,0	1158,0	1294,9	1671,9	1738,8	1817,8	1869,0	1582,0	1801,3
	Узбекистан	3688,1	4085,4	4324,7	4466,0	4439,2	4403,9	4385,6	4209,3	4205,8
	Всего в БАМ	6434,6	7113,3	7570,9	8102,4	8159,1	8118,4	8167,2	7757,4	7978,1
Общий водозабор, млн. м <sup>3</sup>	Казахстан	12490,9	11500,4	11038,1	9604,8	6890,1	7424,1	6802,4	7654,4	7149,6
	Киргизстан	3827,0	3609,5	3884,2	3822,7	3368,3	3307,3	3232,5	3320,0	3338,2
	Таджикистан	12556,8	12733,1	12847,3	12443,6	12744,7	13238,5	13446,0	13191,2	12025,9
	Туркменистан	23764,4	26150,2	25858,9	2790,04	24125,2	26854,5	2558,1	27882,7	24203,8
	Узбекистан	76719,4	68128,5	65494,0	53525,0	48069,5	57602,8	56024,7	55138,0	54555,0
	Всего в БАМ	129358,6	122121,8	119122,5	107300,1	95197,9	108427,1	105088,7	1107192,3	101272,5



Индикатор	Страна	Год						
		1980	1985	1990	1995	2010	2015	2016
Сельскохозяйственная продукция, млн, долларов США	Казахстан	950,0	1110,0	1250,0	370,0	1412,0	1752	1532,2
	Киргизстан	264,8	271,4	336,4	383,0	1303,5	1594,9	1505,6
	Таджикистан	1880,0	2020,0	1910,0	710,0	2230,0	3423,5	3013,6
	Туркменистан	160,0	190,0	210,0	300,0	3176,8	8095,8	9116,9
	Узбекистан	9210,0	10150,0	10700,0	4900,0	9637,0	16477,1	22278,1
	Всего в БАМ	12464,8	13741,4	14406,4	6663,0	17759,3	31343,3	37446,4

*\*только в БАМ*

**Таблица 2**

**Показатели потребления и производства основных видов продовольствия**

№ п/п	Наименование продуктов	Нормы* продовольственной корзины, кг/чел/год	Потребление и производство в странах ЦА, кг/чел/год									
			Казахстан**		Кыргызстан		Таджикистан		Туркмения		Узбекистан	
			Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся
1	Хлебобулочные, мука	127,0	130,7	177,0**	128,0	70,0	155,0	102,0	147,0	60,0***	177,0	110,0
2	Мясо	59,0	54,5	41,3	34,4	44,1	15,0	12,4	30,0	15,3***	40,7	44,1
3	Картофель	100,0	48,6	199,2	46,8	227,6	33,0	48,0	30,0	-	56,4	92,5
4	Овощи	114,0	89,3	213,2	76,8	175,3	76,0	95,4	120,0	40,0***	277,2	352,4
5	Сахар	24,0	20,7	25,7	13,2	11,1	14,0	14,0	11,0	19,0	10,0	11,0
6	Молоко	290,0	235,5	300,1	82,8	249,9	59,0	103,0	178,0	292,0	279,6	303,2

№ п/п	Наименование продуктов	Нормы* продоволь- ственной корзины, кг/чел/год	Потребление и производство в странах ЦА, кг/чел/год									
			Казахстан**		Кыргызстан		Таджикистан		Туркмения		Узбекистан	
			Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся
7	Яйца	210,0	164,7	267,3	58,8	770	71,0	40,0	62,0	150,0	213,6	192,3
8	Фрукты	60,0	61,4	35,0	24,2	39,2	33,0	21,3	23,0	-	148,8	95,1
9	Растительное масло	12,0	18,4	17,6	12,0	1,9	16,0	1,2	12,0	-	24,0	6,9

\* Федеральный закон РФ №227 Ф-3 2012 год

\*\* Туркестанская и Кызылординская области

\*\*\* Экспертные оценки

Цели развития тысячелетия предусматривают решения проблем устойчивого развития в тесной взаимосвязи ирригации, энергетики и экологии (НЕКСУС подход). В центре этого «клубка» находится продовольственная безопасность. Это главный вопрос стратегии выживания в условиях грядущего водного кризиса. Насколько наши экономики готовы к этому? И нужна ли нам региональная стратегия или какие-то трансгосударственные действия, направленные на выживание? Так ли у нас все плохо с развитием экономик стран? Наверное, ни для кого не секрет: страны Центральной Азии еще очень далеки от экономических критериев процветающих стран в рейтинге государств. В докладе Программы человеческого развития ООН в группу с очень высоким индексом развития вошли только Россия (49 место) и Казахстан (57 место). Остальные же страны ЦА оказались: Узбекистан – 105 место, Туркменистан – 108, Кыргызстан – 122, Таджикистан – 127 места соответственно, из 189 стран мира.

Поскольку главным критерием выживания, безусловно, является продовольственная безопасность, посмотрим, как обстоит дело с этой проблемой в наших странах (табл. 2)

В таблице 2 приведены данные о производстве и потреблении в странах ЦА основных продуктов питания, входящих в потребительскую корзину. Нормы продовольственной корзины, принятые в РФ на 2018 год взяты за эталонный ориентир для стран ЦА, поскольку соответствуют международным стандартам развитых стран. Использовались данные отчетов ФАО, Минсельхозов, Минэкономики стран и других источников. Для наглядности эти показатели изображены в виде многоугольных диаграмм-схем, которые мы назвали полиграммами (рисунки 1-5).

Полиграммы графического отображения границ производства и потребления в сравнении с нормами приведены на рисунках 1-5.

Анализ данных таблицы 2 и полиграмм на рисунках 1-5 показывает, что страны ЦА обеспечивают себя каждая: по хлебу на 40-60 % (за исключением Казахстана); по мясу на 45-75%; по молоку на 70-90 % , по овощам на 40-120 %. Если рассмотреть объемы потребления в сравнении с нормами продовольственной корзины, то видно, что потребление хлебобулочных изделий превышает в 1,3-1,5 раза норму и почти в два раза выше, чем в странах Европы.

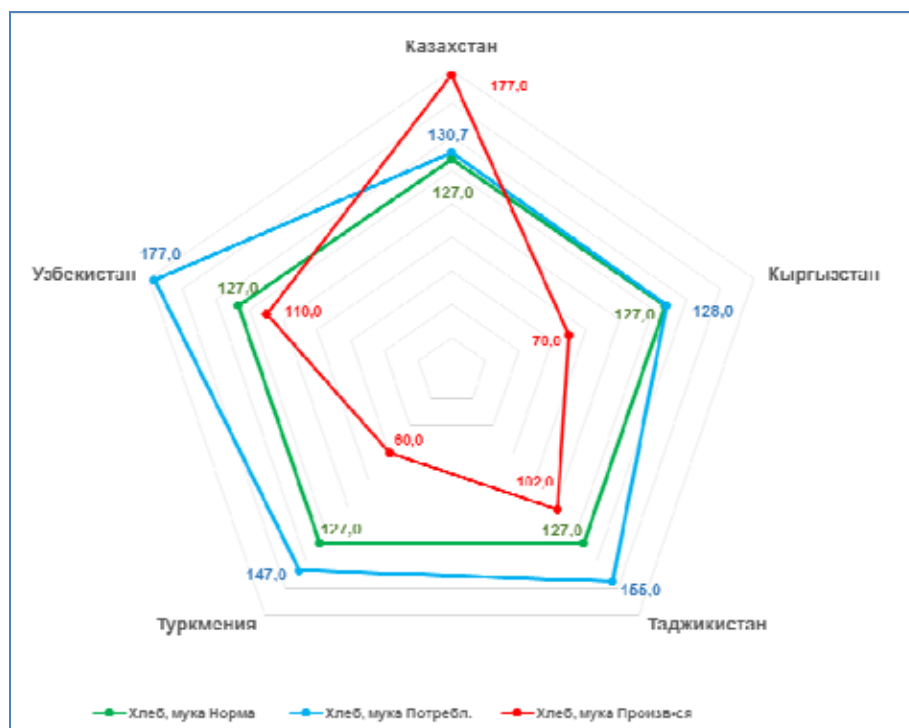


Рис. 1. Показатели производства и потребления хлеба, муки

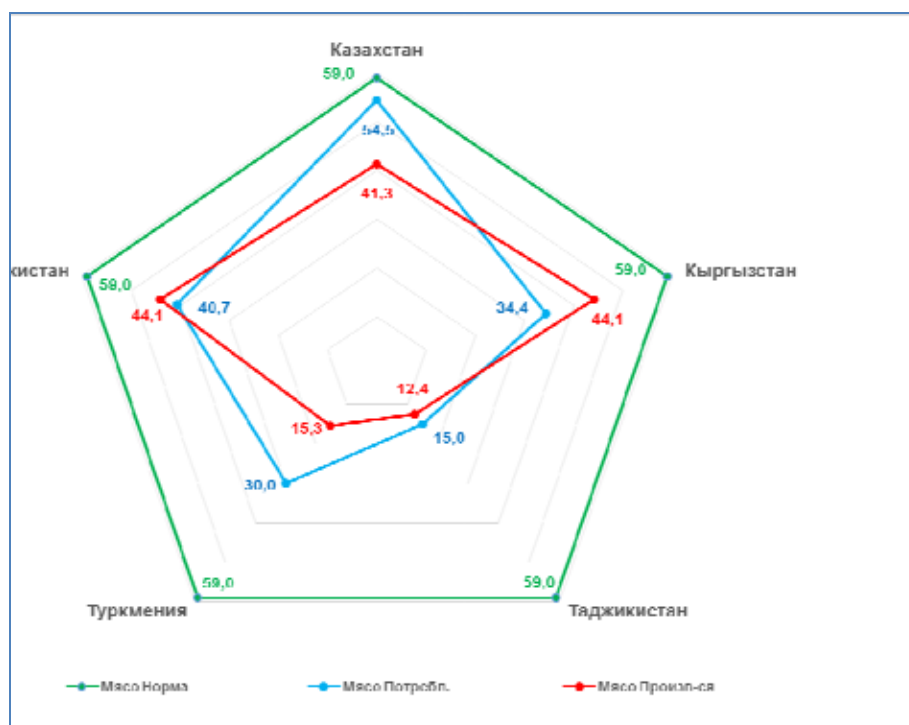


Рис. 2. Показатели производства и потребления мясных продуктов

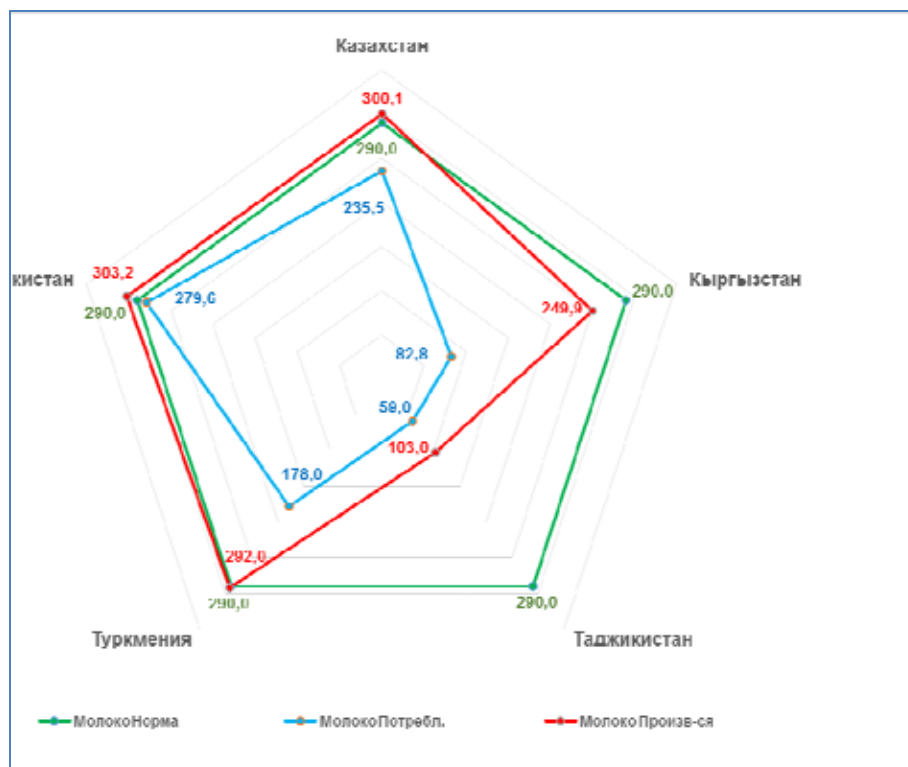


Рис. 3. Показатели производства и потребления молока

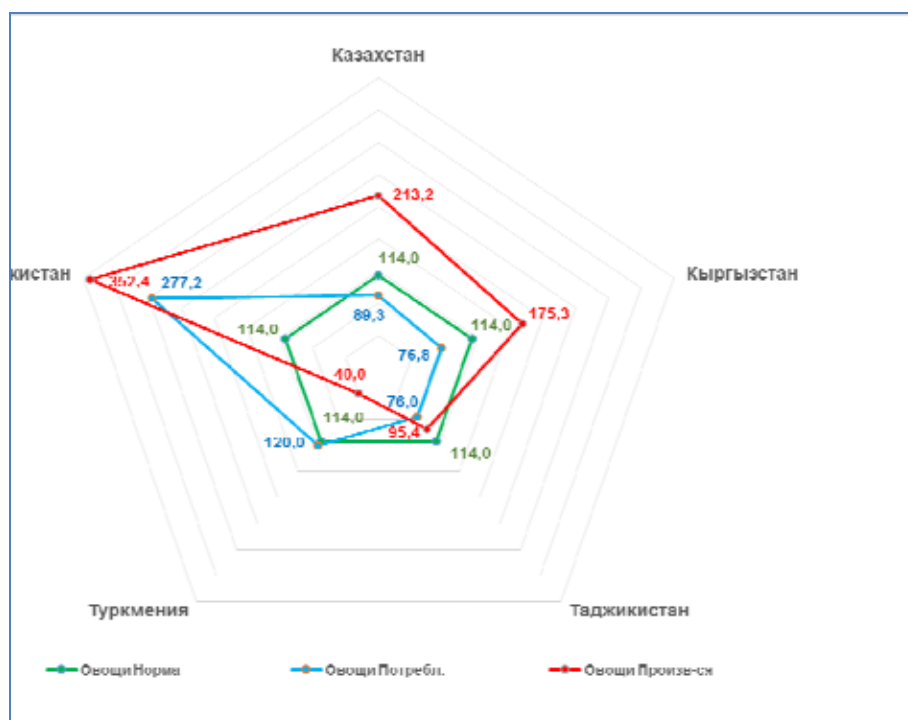
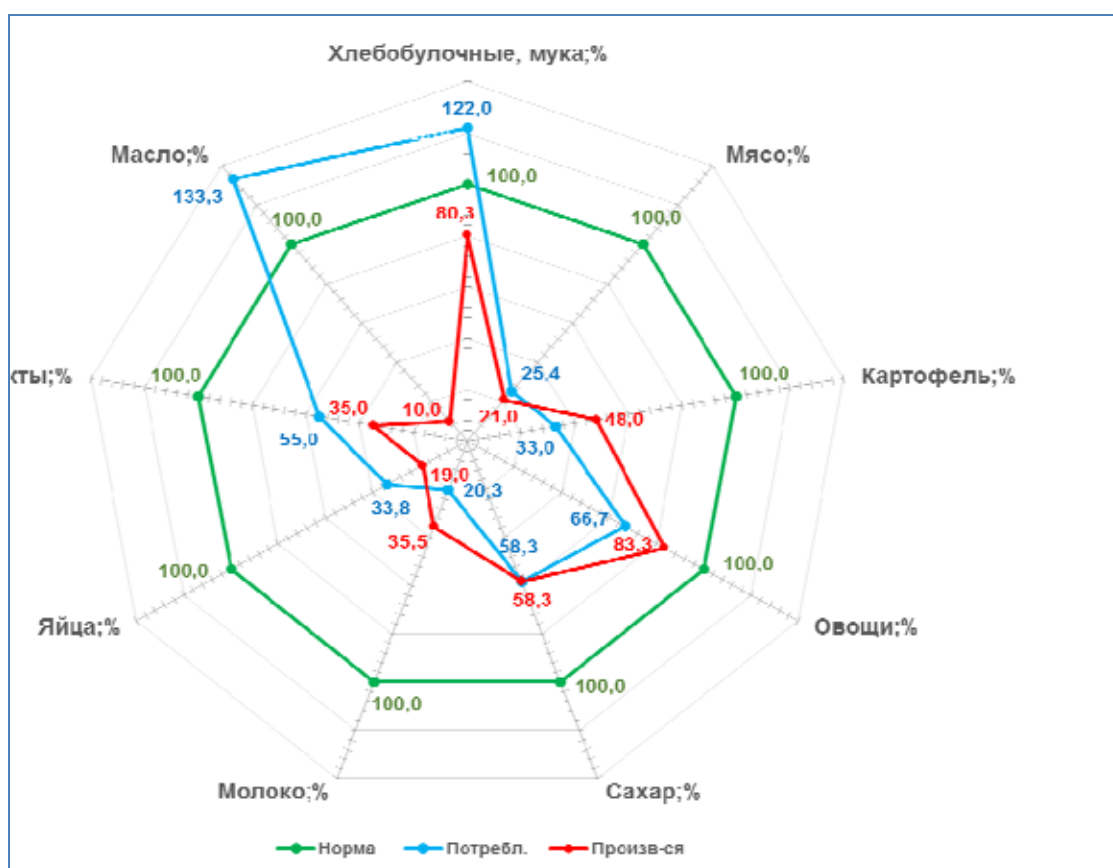


Рис. 4. Показатели производства и потребления овощей



В качестве примера рассмотрим общее состояние продовольственной безопасности Таджикистана, страны, в наибольшей степени пострадавшей от развала СССР и дезинтеграции централизованной экономики; и имеющей наихудшие экономические показатели в ЦА с ВВП на душу населения около 1,0 тыс. долларов в год. Полиграмма (рис. 5, табл. 1) производства и потребления основных продуктов продовольственной корзины приведена в процентах от норм по состоянию на 2014-2016 г.г. Видно, что республика обеспечивает себя по приведенным видам продуктов в среднем на 40% от норм продовольственной корзины, принятой в России.



**Рис. 5. Показатели производства и потребления основных видов продуктов в Таджикистане в сопоставлении с продовольственной корзиной (в %)**

Далее, для того, чтобы исключить возможные фантазии апологетов экстенсивного пути развития орошаемого земледелия и «гидроэгоизма» в наших странах, (а таковые, к сожалению, имеются), мною были приняты гипотетические рассуждения по прогнозу необходимого объема изъятия воды с целью увеличения производства продуктов до объемов продовольственной корзины в предположении, что у нас избыток воды.

Так, для Таджикистана, принимая во внимание, что практически вся продукция производится на орошаемом земледелии и, что при этом, среднегодовой водозабор за последние 25 лет составил 12,86 млрд. м<sup>3</sup> или 1512,5 м<sup>3</sup> на одного жителя (табл. 1), и рассчитать виртуально необходимый водозабор для обеспечения продуктами питания в соответствии с нормативной корзиной (табл. 2), то гипотетически получается: чтобы обеспечить свою продовольственную безопасность, идя по пути экстенсивного развития АПК, республика должна забирать в 3 раза больше воды, т.е. 37-38 млрд. м<sup>3</sup> в год.

Если такой подход применить к решению проблем продовольственной безопасности для каждой страны в отдельности, то Казахстану в зоне бассейна Сырдарьи (Туркестанская и Кызылординская области) потребуется увеличить изъятие стока до 8 млрд.м<sup>3</sup> вместо 6 млрд, Кыргызстану понадобится 6.6-7,0 млрд.м<sup>3</sup>, вместо нынешних 3,34; Туркменистану 35-40 млрд.м<sup>3</sup>; Узбекистану 65-70 млрд.м<sup>3</sup> ежегодно.

Тогда общая потребность в воде при сохранении существующих тенденций приоритета национальных интересов стран (опять же гипотетически) составит примерно 150-155 млрд.м<sup>3</sup> в год, при суммарном годовом стоке рек БАМ -115 млрд. м<sup>3</sup>!

Если подойти к расчетам с другой стороны – с учетом роста населения и при сохранении нынешней нормы водопотребления (табл. 1), то получим несколько другую, но тоже неутешительную картину: в год понадобится более 142 млрд. м<sup>3</sup> оросительной воды для потребностей населения ЦА, что, впрочем, не изменит картину дефицита продуктовой корзины (табл. 3).

Таблица 3

**Прогноз водопотребления при сохранении существующей нормы 2095,1 м<sup>3</sup>/чел**

Страны	Население, тыс. чел.			Водопотребление, млрд.м <sup>3</sup>		
	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.
Казахстан	3980,0	4392,0	4850,0	8 338	9 202	10 161
Кыргызстан	3805,0	4200,0	4638,0	7 972	8 799	9 717
Таджикистан	9583,0	10737,0	12030,0	20 077	22 495	25 204
Туркмения	5247,0	5597,0	5971,0	10 993	11 726	12 510
Узбекистан	34368,0	37390,0	40678,0	72 004	78 336	85 224
<b>Всего</b>	<b>56983,0</b>	<b>62316,0</b>	<b>68167,0</b>	<b>119 385</b>	<b>130 558</b>	<b>142 817</b>

Цифры показывают, что могло бы произойти, если каждая страна тянула бы «водное одеяло» на себя. Даже донорской воды из Сибири не хватит для таких неумных appetitов.

Эти данные еще раз демонстрируют необходимость поиска резервов водообеспечения на основании передовых технологий в ирригации. Наряду с ростом населения как перманентным вызовом, необходимо принять во внимание главную угрозу – изменение климата и связанную с ним ожидаемую в будущем потерю стока в БАМ порядка 12-15 %. Необходимо принять во внимание и тот факт, что весь поверхностный сток рек бассейнов Амударьи и Сырдарьи полностью и давно зарегулирован. Распределение водных ресурсов определено и узаконено Схемами КИОВР еще в 80-тые годы прошлого века.

Потому активный поиск и выявление резервов в рамках этих решений как стратегия номер один – главная задача экспертно-аналитической платформы, которую предложил организовать профессор В.А. Духовный.

Где же эти резервы? Главный резерв – это повышение продуктивности воды через увеличение КПД оросительных систем. Например, в Синьцзяне, КНР, на площадях более 4,0 млн. га, благодаря внедрению водосберегающих технологий, КПД отдельных систем достиг 92 % !!!

Если мы уменьшим удельное водопотребление с-х культур на 35 % на первом этапе действий в рамках стратегии, то общая потребность в оросительной воде не превысит 63 млрд. м<sup>3</sup>, что гораздо ниже нынешних затрат воды в объеме 88,6 млрд. м<sup>3</sup> (табл. 4).

В то же время, необходимо решать проблему кардинального повышения продуктивности поливной воды за счет комплекса агротехнических мероприятий (мелиорация почв, реконструкция дренажных систем, оптимизация состава сельхоз культур, внедрение систем SCADA и т.д.). Кроме того есть интересные работы (Г.Б. Стулина), которые могут служить эффективной адаптационной мерой и одним из путей выживания с точки зрения продуктовой безопасности.

Немаловажным видится улучшение торговли сельхозпродукцией внутри Центральноазиатских стран – создание системы интегрального равновесия рынка продовольственных товаров. Надо отметить, что торговля сельхоз продукцией в мире нарастает высокими темпами, увеличившись в период с 2000-го по 2016 год с 570 млрд. до 1,6 триллиона долларов США.

Таблица 4

**Прогноз потребности в оросительной воде при внедрении водосберегающих технологий**

Страны	Площади орошаемых земель в 2016 г. тыс.га	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> /га		Потребность в воде, млрд.м <sup>3</sup>	
		2016 г.	необходимо в 2020-2030 гг.	2016 г.	необходимо в 2025-2030 гг.
Казахстан	730,5	10166,6	8000	6941,3	5844,0
Кыргызстан	429,7	6843,4	6000	2 954,2	2578,2
Таджикистан	806,2	12031,0	8000	8842,6	6450,0
Туркмения	1582,0	14864,0	8000	20407,9	12656,0
Узбекистан	4400,0	11411,0	8000	49429,0	35200,0
Всего	7945,0	11805,0	7600	88575,0	62728,2

ФАО создало Междисциплинарный Фонд для решения задач в области продовольствия и сельского хозяйства и вкладывает для этих целей по 1,0 млн. долларов через региональные отделения в ЦА. Например, в Таджикистане создано 18 демонстрационных полей для показа лучших практик. По расчетам ООН, кооперация стран ЦА позволит повысить региональный ВВП за 10 лет как минимум в два раза и обеспечит эффективное использование регионального ресурсного потенциала государств и их устойчивое развитие.

Основной проблемой во взаимоотношениях между странами ЦА остается несбалансированная система эксплуатации водных ресурсов в гидроэнергетическом режиме. В связи с наличием крупномасштабных планов по развитию гидроэнергетики в ЦА актуальность этой проблемы совместного водопользования будет только возрастать.

Проблемы энергетической безопасности Центральной Азии входят в число важнейших с позиций устойчивого развития и тесно связаны с развитием ирригации и защиты природы. Низкий уровень энергетической независимости при наличии значительного гидроэнергетического потенциала обуславливает стремление Таджикистана и Кыргызстана к развитию гидроэнергетики. По данным Программы ООН для экономик Центральной Азии (СПЕКА), возобновляемый гидропотенциал в Центральной Азии в настоящее время используется только на 6 %.

Так, выработка электроэнергии на душу населения составляет: в Казахстане 4730 кВт-час, в Кыргызстане 1375 кВт-час, в Таджикистане

2004 кВт.час, в Туркменистане 2403 кВт.час, в Узбекистане 1650 кВт.час. Для сравнения: в Японии с населением 69 миллионов человек этот показатель равен 8400 кВт.час на человека, в Канаде (36,7 млн.) – 15 140 кВт.час на душу населения.

В Таджикистане, находящемся на 8-м месте в мире по гидроэнергетическому потенциалу, 70 % населения страдает от дефицита электроэнергии в зимнее время. Однако в перспективе с вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС, суммарная выработка электростанций республики достигнет 31-33 млрд. кВт.час в год, при собственной потребности 23-25 млрд. кВт.час в год.

В государствах ЦА в совокупности имеется достаточно топливно-энергетических ресурсов для обеспечения потребностей на сравнительно отдаленную перспективу. Основная проблема состоит не столько в их физическом дефиците, сколько в необходимости создания совместными усилиями условий для эффективного использования имеющегося потенциала с учетом его территориального распределения. В этой связи очень важно обеспечить увеличение инвестиций в энергоснабжение.

Строительство ряда гидроэлектростанций в постсоветские годы было отложено или заморожено. В настоящее время Таджикистан и Кыргызстан, обладающие львиной долей гидроэнергетических ресурсов, не могут самостоятельно реализовать проекты, требующие «длинных» инвестиций в сотни миллионов и миллиардов долларов. Серьезнейшая проблема – увязка интересов гидроэнергетики и водопользования. Развитие гидроэнергетики требует всестороннего учета интересов всех стран бассейнов Амударьи и Сырдарьи, ведь речь идет не только об электроэнергии, но и воде, на которой зиждется все сельское хозяйство стран Центрально-Азиатского региона.

Новые инициативы Президента Узбекистана Ш. Мирзиёева по совместному строительству гидроэнергетических объектов вкпе с предложением Н. Назарбаева о возврате к идее создания водно-энергетического консорциума ЦА дают мощный стимул к конкретным шагам к полнокровному водному сотрудничеству. Основные крупные проекты по выработке электроэнергии в ЦА, скорее всего, будут жизнеспособными только в том случае, если будет обеспечен доступ к экспортным рынкам за пределами региона. Афганистан, Пакистан, Иран, Китай и Россия – все они являются потенциальными рынками для электроэнергии, вырабатываемой в ЦА. Пакистан и Иран имеют большую привлекательность потому, что их пиковая нагрузка приходится на летнее время, когда в Центральной Азии существует самый большой потенциальный избыток электроэнергии.

Доступ к этим рынкам принесет в частности, выгоды Кыргызстану и Таджикистану, имеющим значительный экспортный энергетический потенциал. Узбекистан, Казахстан, Туркмения могут экспортировать энергию с тепловых станций в зимнее время

Несмотря на необходимость преодоления ряда проблем, строительство ГЭС и каскадов ГЭС в Центральной Азии в целом является интересной и важной сферой приложения инвестиционных ресурсов для банков развития, частных инвесторов и ряда стран, заинтересованных в получении дешевой энергии. Ежегодный внутренний спрос в ЦА республиках может быть удовлетворен приблизительно до 2025 года посредством реализации мер по сокращению потерь, реабилитации существующих мощностей и региональной торговли в небольших объемах. Сезонная недостаточность поставок в зимнее время останется. Хотя для удовлетворения этой нехватки наиболее применимым вариантом является торговля в небольших объемах, чтобы удовлетворить спрос в зимнее время<sup>1</sup>.

Страны богатые ископаемым топливом, в особенности Казахстан, смогли превратить свои энергетические ресурсы в значительный объем экспорта, выйдя на рынки за пределы Центральной Азии. В противоположность Казахстану, Кыргызская Республика и Таджикистан, сталкиваются с нехваткой энергоресурсов в зимнее время, а их попытки обеспечить крупные рынки экспорта для летних излишков гидроэнергетических ресурсов не имели успеха. Однако политические перемены в Афганистане и устойчивый экономический рост в соседних странах, таких как Китай, Иран, Пакистан и Россия, повысили в регионе ожидания того, что возможности для экспорта значительных объемов гидроэнергетических ресурсов за пределы региона могут материализоваться. Затем эти ожидания пробудили надежду, что может быть получена поддержка для инвестиций в крупные новые сооружения по выработке электроэнергии.

С учетом вышеприведенного, идея В. Духовного и Ю. Шуттера о создании экспертно-аналитической платформы (ЭАП) как независимого центра идей, концепций, видений является весьма актуальной и представляется перспективной для выработки интеграционных стратегий развития региона. Если удастся объединить на ЭА платформе многопрофильный кластер аналитиков в области воды, экономики, экологии, энергетики, агробизнеса и привлечь продуктивных доноров (ВБ, SDC, GIZ) с участием UNESCO, UNECE, то можно ожидать определенных

---

<sup>1</sup> <http://www.vinokurov.info/assets/files/hydroenergy%20CP2007%20Vinokurov%20.pdf>.

полезных интеллектуальных инвестиций в будущее наших стран. Контуры стратегии видятся в следующих шагах (рис. 6).

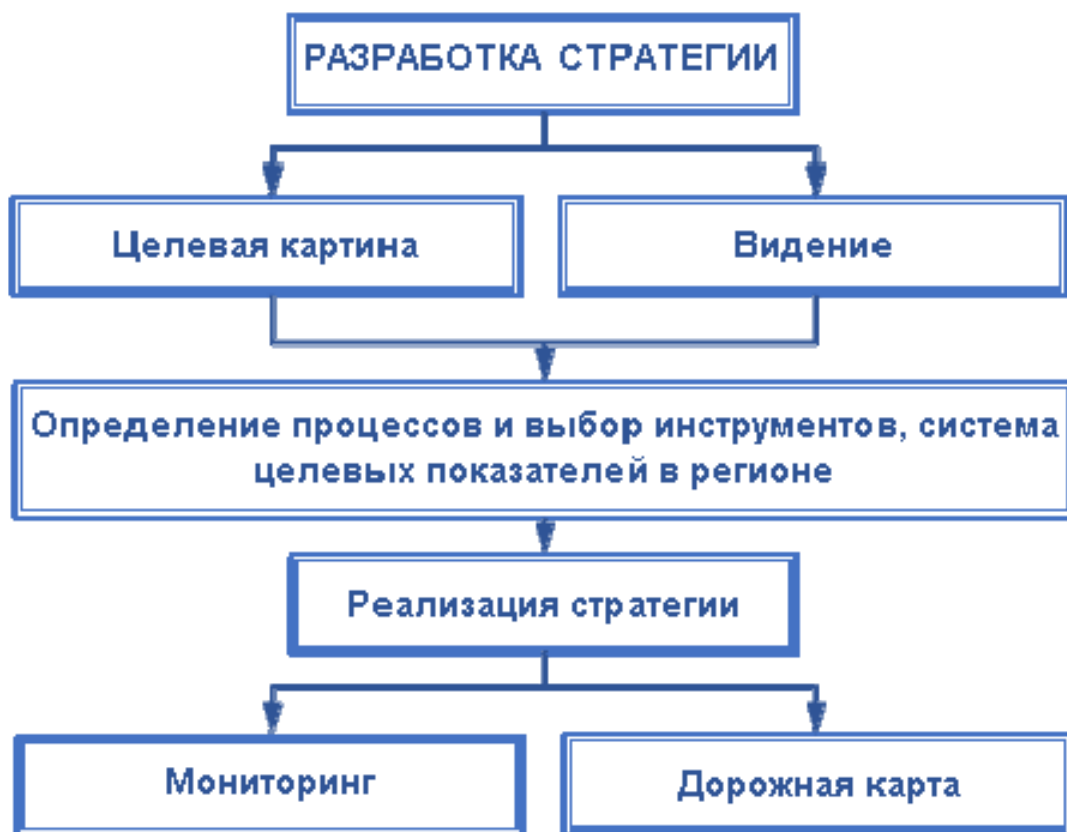


Рис. 6. Схема реализации стратегии

Важным этапом будущей работы ЭАП представляется разработка Дорожной карты действий с перечислением задач, мероприятий, результатов и стоимости их реализации

При этом предлагается (в порядке обсуждения): мероприятия Дорожной карты синхронизировать с выполнением Целей устойчивого развития, которые вступили в силу с 2016 года и служат руководством к действию на глобальном, региональном и национальном уровнях до 2030 года.

В дорожной карте предлагается предусмотреть следующие разделы.

1. Стратегические основы и перспективное планирование.

Цель: установка согласованных ориентиров в части использования и управления водными ресурсами БАМ на перспективу до 2030 (2050) г.

1.1. Разработка региональной водной стратегии стран ЦА с учетом изменения климата, демографического роста, потребностей экономик и экологии.

1.2. Разработка и внедрение процедуры мониторинга реализации региональной и национальных водных стратегий в увязке с ЦУР.

2. Институты и процедуры регионального взаимодействия.

2.1. Налаживание диалога в виде водной дипломатии.

2.2. Укрепление региональных институтов МФСА

3. Совершенствование нормативно-правовой базы.

4. Формирование единого информационного пространства с базой данных.

4.1 Реализация «Концепции развития информационной сети по водохозяйственным вопросам» (решение 63-го заседания МКВК).

4.2 Программы мониторинга состояния трансграничных вод.

4.3. Координация разработки моделей прогнозирования состояния в.р.

5. Образование, кадры, укрепление потенциала.

6. Проработка экономических вопросов создаваемого Водно-энергетического консорциума.

7. Внедрение ИУВР как инструмента зеленого развития.

8. Оптимизация посевов сельхоз культур, стимулирование выращивания экологически и экономически обоснованных культур, региональное аграрное разделение труда.

9. Уменьшение водопотребления в промышленности.

10. Внедрение систем автоматизации объектов бассейнов Амударьи и Сырдарьи (уровнемеры, расходомеры, SKADA).

11. Управление качеством вод и охрана экосистем, в том числе лесов, водно-болотных угодий водоносных слоев, рек и озер.

12. Развитие малой гидроэнергетики и ВИЭ.

13. разработка мер по адаптации к изменению климата.

Идея создания экспертно-аналитической платформы имеет такие же корни, как рождение и функционирование Римского Клуба с точки зрения создания режима поиска различных путей и методик решения настоящих и грядущих проблем.

Есть хорошее правило: «Хорошо слушает тот, кто думает о том, что слышит». Может быть, нас услышат и даже задумаются о том, что услышали!



## **Проблемы трансграничного использования водных ресурсов в бассейне Иртыша и перспективы гидротехнического строительства в регионе**

**Козлов Д.В.**

**Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет**

**Российская Федерация**

Трансграничные водные бассейны Российской Федерации располагаются вдоль государственной границы с 14-ю зарубежными странами. Протяженность границы по рекам составляет 7141 км (Амур, Аргунь, Уссури, Самур, Неман, Туманная), а по озерам - 475 км (порядка 30 озер, наиболее крупные - Псковско-Чудское и Ханка). Более тысячи водных объектов являются трансграничными. Они интенсивно используются для энергетики, водоснабжения различного назначения, судоходства, ирригации и рыбного хозяйства.

Основные проблемы в бассейнах трансграничных водных объектов следующие:

- загрязнение вод и ухудшение качества водных ресурсов;
- дефицит водных ресурсов в отдельные годы и периоды года;
- наводнения (затопление, подтопление) и засухи;
- слабо развитая сеть пунктов мониторинга и существенный недостаток водохозяйственной (в том числе гидрологической) информации.

Бассейны трансграничных рек, обычно густонаселенные, с развитым промышленным и сельскохозяйственным производством. Они подвержены значительной антропогенной нагрузке, как и большинство водных бассейнов России. Характерные трансграничные бассейны, где водохозяйственные проблемы тесно переплетаются с проблемой территориального вододеления и совместного управления водными ресурсами рассмотрены ниже.

Наибольшей водохозяйственной напряженностью характеризуются такие трансграничные речные бассейны России как Амура, Иртыша с притоками, Самура и Селенги.

В бассейне Иртыша с притоками партнерами выступают три крупнейших государства Азии: Россия, Казахстан и КНР.

Несмотря на активное политическое взаимодействие и сотрудничество трех стран, водохозяйственная обстановка на трансграничных водных объектах этого региона далека от позитивной.

Казахстан обладает суммарными водными ресурсами порядка  $100 \text{ км}^3/\text{год}$ , однако распределение их крайне неравномерно.

По оценке правительства Казахстана половина всех водных ресурсов (по другим оценкам - более 40 %) поступает в страну из соседних государств, а другая – собственные водные ресурсы Казахстана. Поэтому Казахстан в сфере обеспечения водой, в том числе питьевой, сильно зависит от государств Центрально-Азиатского региона. Восточный Казахстан, при всех своих проблемах, наиболее обеспечен водой. В Западном Казахстане удельная «водоемкость» на несколько порядков ниже.

Истоки рек Или и Иртыш, питающих водой несколько регионов Казахстана, находятся в ледниках на территории Китая. Северо-западные пограничные территории Китая наиболее активно развиваются в последнее время. Экономика наименее обеспеченного водой Синьцзян-Уйгурского автономного района КНР требует все большего количества природных ресурсов. Сегодня реки Иртыш и Или испытывают на себе последствия бурного экономического развития автономного района. Поэтому уровень воды в реках снижается. Ледники из-за глобального потепления тают, а проблемы на трансграничных реках только нарастают.

Водные ресурсы Иртыша в пределах территории Синьцзян-Уйгурского автономного района КНР испытывают значительные нагрузки со стороны развивающейся экономики: нефтяной промышленности, сельского хозяйства, водоснабжения промпредприятий и населения. Известно, что в этом регионе водохранилища локальных водохозяйственных систем осуществляют сезонное регулирование стока, гарантируя нормальную работу водозаборных сооружений ирригационного и хозяйственно-питьевого назначения.

Данные по стоку Черного Иртыша за последние 65 лет свидетельствуют о том, что водные запасы реки неуклонно сокращаются. В современном состоянии китайская часть Иртыша приносит свои воды на территорию Республики Казахстан в объеме  $6,34 \text{ км}^3/\text{год}$ , теряя выше границы треть стока. Если в 1990-е годы XX века Китай отбирал на

собственные нужды менее 1 км<sup>3</sup> иртышской воды, то на рубеже 2020 года эти объемы превысят 3 км<sup>3</sup>/год. Забрать такие объемы воды Китай сможет только перейдя на многолетнее регулирование стока, сопряженное с дорогостоящими гидротехническими сооружениями и масштабным затоплением земель.

Интенсивное изъятие водных ресурсов обусловлено бурным развитием экономики Синьцзян-Уйгурского автономного района КНР, ростом численности населения, нуждающегося в доступном гарантированном водоснабжении, освоением новых гектаров сельскохозяйственных земель под хлопок и зерновые, а также активным ростом добычи нефти и газа на месторождении Карамай, что требует дополнительных и значительных объемов воды.

Однако большую угрозу водным ресурсам трансграничных рек представляет не бурный промышленный рост (на долю промпредприятий приходится 30 % потребления воды), и даже не активная урбанизация (на нужды хозяйственно-питьевого водоснабжения граждан идет 10 % воды), а современное сельское хозяйство. Аграрный сектор КНР расходует порядка 70 % водных ресурсов. Поэтому будущее речных бассейнов в КНР будет в первую очередь зависеть от внедрения водосберегающих технологий на селе. Китайские власти активно стимулируют технологические перемены в аграрном секторе, что подтверждается выделением в 2011-2015 гг. порядка 304 млрд. долларов на водоохранные мероприятия.

Одновременно с этим экономика северо-западных районов КНР связана с реализацией проектов территориального перераспределения стока рек. Строительство каналов по переброске стока Черного Иртыша в Карамай и Урумчи завершено. В районе Урумчи площади орошения составляют более 2,0 млн. га. Технические возможности построенных каналов способны обеспечить переброску воды в объеме 4,24 км<sup>3</sup>, т.е. возможный объем переброски стока реки в южные регионы Синьцзян-Уйгурского автономного района может достичь ежегодного объема в 4,24 км<sup>3</sup> в год, что полностью противоречит Хельсинским соглашениям, устанавливающим максимальный отбор в объеме 12 %.

Известно, что Казахстан и Китай связывают более 20 трансграничных рек (Иртыш, Или, Талас, Хоргос и др.), ресурсы которых являются важнейшим источником пресной воды для территории Казахстана. Так, например, канал «Иртыш-Караганда» снабжает питьевой водой столичную Астану и Караганду, ресурсами Иртыша обеспечиваются города: Семей, Павлодар, Экибастуз, Темиртау, а также сельское хозяйство некоторых районов Центрального Казахстана.

Источниками водоснабжения в бассейне верхнего Иртыша являются Бухтарминское водохранилище, озеро Зайсан и реки, впадающие в озеро Балхаш. Много пересохших рек, и боковая приточность от Семипалатинска до Омска практически отсутствует, что не лучшим образом сказывается на качестве воды.

Дальнейшее неизбежное сокращение стока Иртыша на территорию Казахстана на десятки процентов грозит в перспективе нарушением устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса региона, одновременно затрагивающее существенные (сельскохозяйственные, природоохранные и рыбохозяйственные) интересы России.

Исследования специалистов-водников показывают, что крупномасштабный забор вод из Иртыша с большой вероятностью повлечет за собой следующие негативные последствия для Казахстана: нарушение естественного водного баланса и природного равновесия в зоне озер Балхаш и Зайсан; ухудшение эпидемиологической и экологической обстановки в этих регионах; снижение выработки электроэнергии иртышским каскадом ГЭС до 25-40 % к 2050 г.; нарушение судоходства; деградация пойменных лугов на Иртыше; обострение проблемы с водообеспечением прибрежных сел и городов и снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

Чтобы компенсировать масштабное воздействие на сток Иртыша в пределах территории КНР, водному хозяйству Казахстана необходимо, в первую очередь, реализовывать мероприятия, связанные с перерегулированием стока в относительно приемлемый водохозяйственный режим, а также сократить водопотребление на орошение за счет применения прогрессивных способов полива с использованием насосного оборудования.

Поскольку состояние водохозяйственного комплекса Иртыша находится в сильной зависимости от объемов водозабора на территории КНР и темпов развития экономики (в первую очередь, сельского хозяйства) в Казахстане актуальными и единственно конструктивными являются трехсторонние договоренности Китая, Казахстана и России с учетом сложившихся обстоятельств, касающихся инвестиционной активности Китая (КНР инвестировала в экономику Казахстана порядка 24-27 миллиардов долларов).

Крайне важным является также развитие системы мониторинга и инвентаризации поверхностных и подземных вод. Не менее важно для России, чтобы Казахстан направлял средства на совершенствование технологий очистки воды, поскольку территория РФ является водоприемником сточных вод не только по Иртышу, но и по его притокам

(Тоболу и Ишиму). Водоохранилища многолетнего регулирования на этих реках практически полностью контролируют водные ресурсы верхнего течения, пропуская на территорию России лишь попуски с необоснованным режимом.

Два водоохранилища многолетнего регулирования стока на территории Кустанайской области Казахстана на верхнем Тоболе контролируют практически весь сток верхнего Тобола, пропуская в Россию только обусловленный соглашением санитарный попуск. Попуск в размере минимального санитарного транзита не обеспечивает приемлемого качества воды и создает напряженность водохозяйственного баланса в Курганской области.

С целью прогноза изменения водности на границах КНР, Казахстана и России, а также получения объективной оценки изменения водного режима Иртыша вследствие развития водопотребления и реализации проектов территориального перераспределения стока должны быть выполнены комплексные международные специальные исследования и проведены обосновывающие водохозяйственные расчеты. Это крайне важно для решения проблем трансграничного речного бассейна, особенно учитывая факт того, что подобные оценки не производились со времени разработки Схемы комплексного использования водных ресурсов Оби и Иртыша (СССР, 1981 год).

По прогнозам, к 2030 году КНР будет нуждаться в 818 млрд. кубометров воды в год, тогда как уровень водоснабжения будет находиться на отметке 619 млрд. Еще более неблагоприятная обстановка с водными ресурсами сохранится и в пограничном Синьцзян-Уйгурском автономном районе. В этих условиях Россия в 2016 году предложила проект по переброске пресной воды в объеме 70 млн. кубометров из Алтайского края через Республику Казахстан в засушливый Синьцзян-Уйгурский автономный район. Для реализации проекта переброски потребуется строительство системы водоохранилищ, чтобы воду можно было накапливать, и направлять в Китай тогда, когда это необходимо. Российское предложение частично решит проблему трансграничной реки Иртыш, а также усилит позиции Казахстана в транзитном потенциале на евразийской карте.

Кроме того, Россия активно настроена на совместное с КНР развитие существующей инженерной инфраструктуры двух гидротехнических систем — Гилевского водоохранилища Алейской оросительной системы, и запитанного из Обского водоохранилища Кулундинского магистрального канала.

В целом совместная гидротехническая и водохозяйственная деятельности Китая, Казахстана и России позволит существенно повысить привлекательность и эффективность реализующегося инфраструктурного международного проекта «Один пояс — один путь».

## **Сельскохозяйственное водоснабжение в условиях дефицита водных ресурсов и проблемы загрязнения вод**

**Кизяев Б.М., Исаева С.Д.**

**Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники  
и мелиорации им. А.Н. Костякова**

**Российская Федерация**

### **Введение**

Наличие водных ресурсов является одним из определяющих факторов экономического и социального развития стран. Неравномерное распределение водных ресурсов по территории России при высокой антропогенной нагрузке обуславливает развитие вододефицита в регионах, в том числе и для развития сельскохозяйственного производства.

Средняя многолетняя величина речного стока в России составляет порядка 4,3 тыс. км<sup>3</sup>, что составляет 10% мирового речного стока и обеспечивает второе место в мире после Бразилии [1]. Однако, хорошо известно, что ресурсы поверхностных вод неравномерно распределены по территории РФ, а величина стока весьма динамична во времени. Для средних рек годовые расходы воды в многоводные годы в 2-4 раза больше, а в маловодные – в 6-20 раз меньше средних многолетних, а для малых рек эта разница возрастает. На протяжении десятилетий сохраняются проблемы, связанные с ухудшением качества поверхностных вод из-за поступающих загрязнений. В настоящее время большая часть рек относятся по оценке экологического состояния к категориям «загрязненные» и «сильно загрязненные» [2].

На территории страны разведаны месторождения подземных вод, которые могут быть использованы для хозяйственно-питьевого, производственного и сельскохозяйственного водоснабжения с суммарными эксплуатационными запасами 34км<sup>3</sup>/год [1]. Распределение подземных вод по территории России также неравномерно: более 72 % приходится на Северо-Западный, Уральский, Сибирский и Дальневосточный Федеральные округа.

На фоне обилия водных ресурсов водопользование в стране с 2000

по 2016 г. сократилось на 16,4 млрд. м<sup>3</sup> или на 19 % [2]. Забор водных ресурсов для использования снизился с 75,9 км<sup>3</sup> до 61,9 км<sup>3</sup>, в том числе поверхностных вод с 65,7 до 52,4 км<sup>3</sup>, подземных с 10,2 до 9,5 км<sup>3</sup>. С 2000 г. по 2015 г. в России отмечено снижение использования вод на питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение с 13,6 до 7,9 км<sup>3</sup>, на производственные нужды с 38,8 до 31,2 км<sup>3</sup>, на орошение со 12,6 до 7,1 км<sup>3</sup>. Тренд снижения водоотбора времени связан не только с динамикой народонаселения, но также с состоянием водных объектов и водохозяйственного комплекса страны, экономическими особенностями развития и другими причинами [2].

### **Методика исследований**

Данная работа основана на анализе особенностей использования водных ресурсов для сельскохозяйственного водоснабжения в условиях климатических изменений на территории России. Как показали результаты анализа сложившейся в сельском хозяйстве ситуации, дефицит водных ресурсов на юге европейской части страны и Западной Сибири определяет необходимость повышения водообеспеченности регионов как для решения задач хозяйственно-питьевого водоснабжения, так и для орошения земель. В этом случае можно выделить в качестве существенных дополнительных источников водных ресурсов комплексное использование поверхностных и подземных вод и перераспределение речного стока. Анализ опыта работ по переброске стока северных, сибирских рек, перераспределения части стока на юге европейской части России, а также в зарубежных странах позволили сформулировать основные требования к обоснованию перераспределения речного стока.

### **Результаты исследований**

Сельское хозяйство является значительным потребителем водных ресурсов. Вода используется, прежде всего, на орошение и обводнение земель, в значительно меньших объемах – на сельскохозяйственное хозяйственно-питьевое водоснабжение, обеспечение перерабатывающих предприятий, животноводческих комплексов, птицеводческих и др. В настоящее время обеспеченность водными ресурсами и фактическое водопотребление в агропромышленном комплексе существенно ниже требуемых [3]. При этом изменение климатических условий обуславливает необходимость увеличения использования водных ресурсов как в



основных сельскохозяйственных регионах на юге страны, так, по мере закономерного снижения увлажненности территории, и в центральных.

Для обеспечения продовольственной безопасности страны очевидна необходимость повышения объемов производства продуктов питания, роста валового сбора зерновых и кормовых культур, в том числе за счет развития орошения [4]. Одновременно, большое значение приобретает успешное решение социальных задач в сельскохозяйственных регионах. Поэтому особое значение дефицит водных ресурсов имеет в сфере обеспечения не только потребностей сельского хозяйства, но хозяйственно-питьевого водоснабжения. Сельское население в большей мере, чем городское, использует питьевую воду из источников нецентрализованного водоснабжения. Доля сельского населения обеспеченного питьевой водой нормативного качества составляет 77,16 % (городского 95,4 %) [2]. При этом удельный вес населения, обеспеченного доброкачественной и условно доброкачественной водой в сельских населенных пунктах существенно варьирует по административным областям [2]. Например, в Краснодарском крае эта величина составляет 92,48 % (за счет преимущественного обеспечения подземными водами), в Московской и Ростовской областях – около 72 % , в Саратовской 58,9 %, Курганской -41,15, в Вологодской 20,1 %.

Недостаточные объемы водных ресурсов и несоответствие их качества нормативным требованиям к питьевым водам, обусловили наличие воддефицита в ряде регионов России. К таким регионам, как известно, относятся Республика Калмыкия, Белгородская и Курская области, Ставропольский край, отдельные районы Южного Урала и юга Сибири, территории Саратовской и Астраханской областей, частично Волгоградская и Оренбургская области и территории на Северном Кавказе. Всего в районах возникновения локальных воддефицитов проживает порядка 6,3 млн. человек. Фактические объемы водных ресурсов меньше текущих социально-экономических потребностей в воде в Астраханской, Ростовской, Челябинской, Оренбургской областях, в Ставропольском и Краснодарском крае, в Республиках Крым, Калмыкия [3]. Проблема увеличивается в связи с климатическими изменениями, аридизацией климата на юге европейской части России и Западной Сибири.

С целью снижения загрязнения водных источников в особенности загрязнения Волжского бассейна в августе 2017 г. утвержден Паспорт приоритетного проекта «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги». В соответствии с приоритетным проектом предусматривается сохранение бассейна реки Волги, в том числе, путем уменьшения не менее чем на 80 % объема сброса загрязняющих сточных вод из подлежащих очистке в водные объекты Волжского бассейна и обводнения Р. Ахтубы до

100 м<sup>3</sup>/с к концу 2025 г. Расчистка и восстановление водных объектов бассейна реки Волги, в т.ч. Волго-Ахтубинской поймы. Проведение реконструкции (модернизации) и строительство очистных сооружений, в т.ч. с применением наилучших доступных технологий и переводом при возможности на системы оборотно-повторного водоснабжения, не менее чем на 200 предприятиях – основных загрязнителях в 17 субъектах Российской Федерации.

В 2019 г. планируется завершение оценки загрязнения водных объектов с естественных ландшафтов, земель сельскохозяйственного назначения, промышленных площадок предприятий, предприятий животноводческих комплексов, полигонов захоронения и свалок, объектов транспортной инфраструктуры и в 2020-2025 годах внедрение сформированной Концепцией по снижению таких загрязнений в пилотных регионах, рекомендованных Концепцией».

В целях координации, мониторинга, исполнения, оценки эффективности и корректировки работ исполнителей разработки Концепции при ФАНО РФ, а в настоящее время Минобрнауки РФ сформирован Научно-технический совет «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги».

Основными рисками в сельскохозяйственном водопользовании России являются значительные объемы сброса загрязненных коллекторно-дренажных вод с мелиоративных систем в природные водные объекты, а также диффузный сток с поверхностными водами с сельскохозяйственных мелиорированных угодий.

Общая площадь бассейна р. Волга составляет примерно 1360 тыс. кв. км. Территория бассейна полностью или частично включает 39 областей. Районы Верхней Волги в основном относятся к Нечерноземной зоне и характеризуются достаточным и избыточным увлажнением, примерно 50 % сельскохозяйственных угодий заболочены или переувлажнены. Это обуславливает преимущественное распространение осушительных мелиоративных систем, на которых формируется дренажный сток. Обилие осадков особенно ливневого характера приводит к образованию значительного поверхностного стока и диффузного сноса загрязняющих веществ, преимущественно биогенов, в речную сеть.

В бассейне Среднего и Нижнего течения р. Волга развито орошение: площадь оросительных мелиораций составляет 1034,4 тыс. га, имеются крупные оросительные системы, с которых в речную сеть поступают минерализованные дренажные и загрязненные сбросные воды в виде точечных источников, объемы и качественный состав которых требуют учета и контроля. С орошаемых земель дренажный сток составляет

примерно 20% от забора воды на орошение и к настоящему времени его объем по стране равен примерно  $3,2 \text{ км}^3$ , большая часть этих вод имеет повышенную минерализацию, частично загрязнена ядохимикатами, азотными и фосфорными соединениями, минеральными веществами.

Следует отметить, что на сегодняшний день качественную и количественную оценку дренажного стока осложняет отсутствие мониторинговой службы и недостаточность информация о сбросах дренажных вод от Департамента мелиорации Министерства сельского хозяйства РФ по мелиоративным системам. Диффузный сток с водосбросной территории, включая орошаемые и осушаемые земли, полностью не подлежит учету и оценке мониторинговыми службами и мелиоративными системами.

Целью исследований была оценка количественного содержания и качественного состава неконтролируемых точечных и диффузных источников загрязнения водных объектов бассейна Волги с мелиоративных систем и поверхностного диффузного стока с мелиорируемых земель.

Учитывая существенные различия в мелиоративных мероприятиях природных зон в бассейне р. Волги были рассмотрены 2 крупные зоны бассейна: зона развития преимущественно осушительных мелиораций (Верхняя Волга) и оросительных мелиораций (Средняя и Нижняя Волга) для которых выполнены соответствующие расчеты по оценке влияния мелиоративной деятельности на загрязнение водных объектов бассейна Волги.

В первой зоне выполнялась оценка диффузного стока с осушаемых площадей и дренажного стока с осушительных систем, загрязненная преимущественно биогенными веществами.

Оценка объема поверхностного стока для Верхней Волги выполнялась на базе мелиоративного районирования Нечерноземной зоны России, выполненного сотрудниками ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, на основе которого были сгруппированы действующие осушительные системы, находящиеся в ведении Департамента мелиорации, и выделены площади осушенных сельскохозяйственных земель, которые используются в настоящее время в сельхозпроизводстве.

Наибольшее количество осушенных земель наблюдается в Московской, Кировской, Тверской, Костромской областях, которые относятся к южно-таежной зоне. В этих областях количество осадков (в среднем за год 600-700 мм) значительно преобладает над испаряемостью (425-475 мм), что предопределяет необходимость отвода избыточных вод. В период снеготаяния, затяжных дождей и ливней, наряду с дренажным

стоком, формируется поверхностный сток, что вызывает смыв и вынос загрязняющих веществ в водные объекты.

Выполненная вероятностная оценка выноса биогенных веществ с осушаемых земель в водные объекты бассейна Верхней Волги показала:

- общий годовой вынос биогенных веществ с осушаемых земель составляет 10,467 тыс. т, из них с поверхностным стоком выносятся 3,99 тыс.т, с дренажными водами 6,47 тыс.т. Основную нагрузку водные объекты несут от загрязнения биогенными веществами, выносимыми с дренажным стоком, который составляет 65% от общего загрязнения с осушенных земель.

На территории Средней и Нижней Волги в соответствии с природными условиями развивается орошение. Для оросительных систем характерно формирование дренажных и сбросных вод, большая часть дренажных вод имеет повышенную минерализацию, а сбросные воды в некоторой степени загрязнены биогенными веществами. Учитывая, что объем сбросных вод в общем дренажном стоке не превышает 5%, а наличие биогенных загрязнителей незначительно из-за недостаточного применения минеральных удобрений, выполнен расчет выноса с дренажными водами минеральных солей.

Расчетный объем дренажного стока в современных условиях ориентировочно составляет 264,2 млн м<sup>3</sup>/год или 25 % от водозабора. Объем выноса минеральных солей с дренажными водами определен в 734 т в год.

Экспертными оценками установлено, что вынос минеральных солей в Волгу не приведет к существенному ущербу экологического состояния.

Очевидно, что значительные объемы водных ресурсов могут быть получены за счет преодоления проблем водохозяйственного комплекса страны. Решение задачи совершенствованием систем управления водохозяйственным комплексом, экономического механизма обеспечения водопользования, улучшением состояния водных ресурсов, развитием нормативно-правовой и методической базы, улучшением технического состояния водохозяйственных систем и другие [3, 4].

В то же время, для нормализации ситуации в вододефицитных районах необходим и поиск дополнительных источников водоснабжения. Прежде всего, в ряде регионов проблема водоснабжения может быть решена за счет использования поверхностных вод в комплексе с подземными. В настоящее время из всего объема запасов используется только 15,8 %, что говорит о значительных перспективах использования подземных вод в народном хозяйстве, включая сельскохозяйственное

водоснабжение как в хозяйственно-питьевых целях, так и орошении земель.

Важное значение для ликвидации вододефицита, прежде всего в Курганской, Челябинской, Оренбургской областях, на юге европейской части страны приобретает рациональное перераспределение речного стока. Общий объем существующих и предлагаемых перебросок в мире составляет примерно 595 млрд. м<sup>3</sup>/год в 35 странах мира. Например, в ФРГ 135 миллионов кубометров питьевой воды в год поступает по водопроводной сети из Боденского озера. Трубопроводы большого сечения из стали, полимерного литья или бетона диаметром до 2,25 метров транспортируют воду на расстояние более 1700 километров до северных границ ФРГ. Перераспределение стока успешно реализуется и в регионах нашей страны. Это основной источник пресных вод, например, в Республике Калмыкия. Однако, определение возможности перераспределения речного стока его обоснование предполагает выполнение определенных условий, на которых следует остановиться подробнее.

1. Необходимое условие – это обязательность всестороннего интегрального обоснования потребностей в водных ресурсах водопользователей в вододефицитных регионах с учетом их социально-экономического развития и глобальных изменений климата на перспективу до 2050г. и с преференцией хозяйственно-питьевого водоснабжения.

2. Рассмотрение альтернативных вариантов обеспечения водными ресурсами вододефицитных регионов страны.

3. Обязательность экосистемного подхода при обосновании переброски стока, предполагающего обеспечение экологической устойчивости речного бассейна исходя из обоснования величины допустимого объема изъятия стока рек-доноров. При этом надо иметь в виду, что отнюдь не всегда, когда речь касается природной или социальной среды, затраты на компенсацию ущерба могут ликвидировать его последствия. Опыт показывает необратимость экологических катастроф. Для сохранения водных ресурсов, гидрологического режима, гидрохимических, гидробиологических условий реки-донора, необходимо определить баланс между водохозяйственными потребностями и природоохранными ограничениями. По экспертной оценке, водные ресурсы большинства рек Европейской зоны – Дона, Кубани, Самура, Волги, Урала – практически полностью исчерпаны, а остальных рек России: Печоры, Северной Двины, Невы, Сулака, Терека, Оби, Енисея, Амура, Лены – освоены на три четверти и более [2]. Конечно, эти выводы получены для условий современной технологии водопользования, которая характеризуется в значительной мере нерациональным и неэкономным использованием водных ресурсов.

Работы, выполненные во ВНИИГиМ показали, что экологически безопасным можно считать отбор поверхностных водных ресурсов в объеме, не превышающем 25-30 % от величины среднемноголетнего стока. С такой нагрузкой геосистема речного бассейна справится, в многолетнем (60-80-летнем) цикле колебаний сток, за счет многоводных лет, восстановится, и катастрофических изменений в речном бассейне не произойдет. При водоотборе сверх этой величины, происходит необратимое истощение поверхностных водных ресурсов

4. Обоснование перераспределения стока должно быть междисциплинарным. Необходимо оценить совокупную динамику природной среды под воздействием глобальных и циклических изменений климата в совокупности с влиянием антропогенных факторов. Рассматривается комплексное воздействие на гидрологические условия, биотические, геофильтрационные, инженерно-геологические (переработка береговой линии), на изменения ландшафтов, включая гидродинамические, гидрологические, гидрохимические, почвенные условия, динамику геобиоценозов на прилегающей территории, возможное развитие неблагоприятных процессов по трассе переброски. Прогнозы динамики природной среды, изменения экологических условий комплексуются с прогнозами социальных подвижек, развития промышленности, лесного, сельского хозяйства, рыбоводства.

Прогнозные модели должны основываться на сценарных исследованиях, учитывающих различные варианты антропогенного воздействия и природных факторов, включать оценки возможных эколого-экономических и социальных рисков и давать основу для планирования мероприятий по предотвращению или снижению последствий их реализации.

5. При разработке проектной документации переброски части речного стока, исходя из предшествующего опыта, необходимо повысить надежность ее обоснования. Особое внимание необходимо уделить изысканиям, повышению их достоверности и надежности. Эти вопросы упираются в совершенствование нормативов по проектированию и изысканиям, прежде всего, то, что касается объемов изысканий, а также объемов финансирования всех видов работ.

6. Особое значение имеет обоснование технических решений, связанных с транспортировкой воды, обоснование и применение современных конструкций и технологий строительства при закладке трасс переброски.

7. Обязательность привлечения научной общественности на всех этапах определения путей решения проблем, связанных с

перераспределением стока и сопряженных с этим задач охраны окружающей среды, социальных и экономических в зоне переброски.

8. Совершенствование состояния и управления водохозяйственными системами (хозяйственно-питьевого, промышленного водоснабжения, мелиоративных систем и пр.) для сокращения непроизводительных потерь и рационального водопользования в регионах-реципиентах.

9. Обоснование фактически требуемого (а не заведомо заниженного, как это принято) объема финансирования и последующее его обеспечение за счет как государственных средств, так и частных инвестиций на всех стадиях обоснования, проектировании, и реализации (при доказательстве целесообразности) переброски части стока рек.

## **Выводы**

Таким образом, можно заключить, что проблемы обеспечения водными ресурсами регионов юга европейской территории России, Западной Сибири, других регионов в связи с существующим воддефицитом и аридизацией климата в ближайшей временной перспективе требуют комплексного и надежно обоснованного решения. Исследования и предварительные оценки показывают, что определенная часть стока северных рек может быть изъята для нормализации, прежде всего, хозяйственно-питьевого водоснабжения населения указанных регионов, а в ряде случаев и орошения сельскохозяйственных земель. обоснование перераспределения части стока рек требует надежного междисциплинарного научно-методического обоснования в соответствии со сформулированными выше требованиями. При всех возможных решениях водохозяйственные системы (водопотребления, водоотведения, мелиоративные и пр.) южных регионов Европейской части России, Западной Сибири, должны отвечать современным техническим и технологическим требованиям на уровне лучших мировых достижений для сохранения дополнительно получаемых водных ресурсов и их эффективного использования, а также решения всех актуальных вопросов по снижению загрязнения водных ресурсов, очистки сбросных и дренажных вод.

## **Использованная литература**

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2015 г.». М.: НИА-Природа, 2016.-270 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в 2016 г.

Информационный ресурс: [http://www.mnr.gov.ru/docs/o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_](http://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_)

3. Кизяев, Б.М. Водообеспеченность Российской Федерации в условиях глобального потепления климата. [Текст] /Б.М. Кизяев, С.Д. Исаева //Вестник Российской академии наук. –2016.- Т.85.-№ 10.- С.909-914

4. Кизяев, Б.М. Развитие гидромелиорации для обеспечения воспроизводства почвенного плодородия в современных условиях. [Текст] /Б.М.Кизяев, С.Д. Исаева //Плодородие. -2018.-№ 1.- С.27-31



## **Развитие водного хозяйства России - приоритет научно-технологического развития?**

**Прохорова Н.Б.**

**Российский научно-исследовательский институт комплексного  
использования и охраны водных ресурсов (ФГБУ РосНИИВХ)**

**Российская Федерация**

Насколько актуальным является проблема грядущего водного дефицита для России?

Ответ на этот вопрос виден в результатах опроса, проведенного всероссийским центром изучения общественного мнения о экологической ситуации и экологической политике в стране: по мнению населения, улучшение качества питьевой воды и состояния водоемов оказалось четвертой проблемой после ликвидации свалок, сокращения выбросов и восстановления лесов. Очевидно, что критичней оценивают ситуацию жители больших городов и респонденты с высоким образовательным уровнем, обеспеченные центральными системами водоснабжения. Тогда как локальные дефициты и отсутствие систем водоснабжения – проблемы, в основном, малых населенных пунктов.

Занимая второе место в мире по обеспеченности водными ресурсами, Россия все чаще сталкивается с локальными дефицитами водных ресурсов, вызванными истощением и загрязнением водных объектов.

Состояние источников питьевого водоснабжения во многом определяет то, что в целом Россия находится ниже среднего уровня индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП) по странам Центральной и Восточной Европы, СНГ. Страна уступает многим опередившим ее государствам прежде всего по уровню долголетия, при этом часто превосходя их по показателям образования и материального благосостояния. Для отдельных регионов (Кемеровская, Свердловская, Челябинская области) ущерб здоровью населения от загрязнения окружающей среды, с учетом загрязнения воды, достигает до 10% валового регионального продукта.

Изменение климата также оказывает заметное негативное влияние на состояние водных ресурсов. Сегодня уже не только специалисты, но и административно-управленческие структуры отмечают изменение

количественных и качественных показателей состояния водных объектов и, одновременно, наличие неопределенности в проблеме «изменение климата – водные ресурсы». Вместе с количеством водных ресурсов (речной сток, уровень воды в озерах, водохранилищах и болотах, подземные водные горизонты) меняются в засушливые периоды потребности в воде (увеличивается коммунальное водопотребление, расходы на пожаротушение и пр.), растет интенсивность и частота экстремальных наводнений и засухи. Анализ данных мониторинга состояния водных объектов на Среднем Урале, например, показывает качественные изменения в фоновых створах за последние годы по сравнению с концом XX века по солесодержанию, концентрации биогенов, распределению и биоразнообразию видов.

Исследования, которые проводятся сегодня прикладными и академическими центрами выдают широкий спектр возможных сценариев оценки влияния климата на водные ресурсы в зависимости от нестабильного экономического развития страны, геополитической ситуации и неопределенности результатов расчетов изменения климата. Особенно велика неопределенность таких прогнозов для бассейнов трансграничных водных объектов.

Рассмотрим, как реагирует система управления водным хозяйством России на состояние водных ресурсов и каковы основные направления его развития.

Развитие ВХК на современном этапе осуществляется в соответствии с Федеральной целевой программой «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах», которая разработана на основе Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года (от 27 августа 2009 г. N 1235-р).

На рис. 1 представлена схема финансирования Программы по пяти основным направлениям.

К сожалению, целевые показатели Программы неоднократно корректировались постановлениями правительств в зависимости от экономической ситуации в стране и годового бюджета. Так, например, объем финансирования Программы из всех источников финансирования сократился с 523 млрд. руб. (паспорт Программы) до 254 млрд. руб. (постановление Правительства 2017 г.).

Реализация Водной стратегии в течение семилетнего периода выявила значительное количество теоретических и практических просчетов. Прежде всего, это целевые показатели: по ряду целей они отсутствуют совсем (достижение высоких экологических стандартов жизни населения, сохранение здоровья граждан, улучшение состояния

водных экосистем для восстановления видового разнообразия водных биоресурсов, совершенствование государственного управления), а, например, для мероприятий по восстановлению водных экосистем в качестве количественного показателя определен километр.



**Рис. 1. Структура финансирования ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах»**

В Стратегии отсутствуют направления по регулированию воздействий при использовании экосистемных функций водных объектов: рекреации, гидроэнергетики, водного транспорта, вылов рыбы и рыбозадержание; полностью опущены цели использования трансграничных водных объектов и так далее.

В последнее десятилетие Правительство России активно работает над нормативно-правовой базой разработки долгосрочных документов: 28 июня 2014 г. принят закон N 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», который определяет достижение стратегических целей и решение приоритетных задач государственной политики в сфере социально-экономического развития и национальной безопасности; указом

Правительства от 01.12.2016 № 642 принята «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», как основа для разработки отраслевых документов стратегического планирования в области научно-технологического развития страны, государственных программ Российской Федерации; 19 апреля 2017 г. ПП N 176 утверждена «Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года».

К третьему по значимости вызову последней Стратегией отнесена «...3.высокая степень загрязнения и низкое качество воды значительной части водных объектов, деградация экосистем малых рек, техногенное загрязнение подземных вод в районах размещения крупных промышленных предприятий» и вследствие этого – «увеличение риска смертности (в среднем на 11 тыс. случаев ежегодно) и заболеваемости населения (в среднем на 3 млн. случаев ежегодно)».

Реализовать эти законодательные акты планируется, в том числе, в рамках национального проекта «Экология» (Указ Президента России от 7 мая 2018 г. № 204).

В состав национального проекта включены 11 федеральных проектов, в том числе: «Чистая вода», «Оздоровление Волги», «Сохранение озера Байкал», «Сохранение уникальных водных объектов». Указанные проекты направлены на решение следующих задач:

- Повышение качества питьевой воды посредством модернизации систем водоснабжения с использованием перспективных технологий водоподготовки, включая технологии, разработанные организациями оборонно-промышленного комплекса;
- Экологическая реабилитация водных объектов, в том числе реализация проекта, направленного на сокращение в три раза доли загрязненных сточных вод, отводимых в реку Волгу, устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса Нижней Волги и сохранение экосистемы Волго-Ахтубинской поймы;
- Сохранение уникальных водных объектов, в том числе реализация проекта по сохранению озера Байкал, а также мероприятий по очистке от мусора берегов и прибрежной акватории озер Байкал, Телецкое, Ладожское, Онежское и рек Волги, Дона, Оби, Енисея, Амура, Урала, Печоры.

Планируемый общий бюджет национального проекта «Экология» составляет 4 трлн. рублей, из них более 3 трлн. – это внебюджетные источники.

Федеральный проект «Чистая вода» стоимостью в 551 млрд руб. предполагает доведение качества питьевой воды до нормы для 99 % потребителей (сейчас 87,5 %), в основном это федеральные средства. ФП «Оздоровление Волги» стоимостью в 231 млрд руб.: в нем 110 млрд руб. госфинансирования, 89 млрд руб. частного, задача – втрое (с 3,2 км<sup>3</sup> до 1,1) снизить объем сточных выбросов в Волгу к 2024 году и начать рекультивацию ее берегов.

Формирование программных мероприятий на финансирование НП «Экология» в 2019 г. продолжается. Экономический блок Правительства внимательно отслеживает увязку предложенных мероприятий по расходам с измеряемыми целями нацпроектов.

Остается только с сожалением отметить, что водохозяйственные проекты НП «Экология» рассматриваются и планируются без увязки со схемами комплексного использования и охраны водных объектов, которые разработаны для бассейнов основных рек страны и по Водному кодексу Российской Федерации «являются основой осуществления водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов».

В течение двух лет не принимается проект новой Водной стратегии. Это связано с серьезным переосмыслением управления водными ресурсами и водопользованием в контексте новой модели устойчивого развития России как единства социальной, экономической и экологической сфер, модели, цели которой будут рассматриваться не только в контексте экономического роста, но должны быть адаптированы к основным приоритетам ЦУР ООН на 2015–2030 гг.

Исследования, проводимые ФГБУ РосНИИВХ в рамках государственного задания Росводресурсов, направлены, прежде всего, на улучшение и укрепление системы управления водохозяйственной деятельностью.

В первую очередь, необходимо остановиться на подготовке научно-методических рекомендаций для новых стратегических документов в данной сфере.

1. **Корректировка приоритетов и стратегических ориентиров.** Десять лет назад в качестве приоритета национальной экологической политики России было определено повышение ценности природных ресурсов и всего природного богатства (Приоритеты национальной экологической политики России, 1999). На наш взгляд, учитывая ориентиры социально-экономической политики государства на устойчивое развитие, важно формулировать приоритеты с добавкой понятий «повышение качества жизни», «снижение рисков истощения и деградации водных ресурсов»,

«интегрированное управление хозяйственной деятельностью», «интегрирование в концепцию зеленого роста экономики», «меры реагирования на изменение климата», «внедрение НДТ и лучшей практики в управление ВХК»; планирование межотраслевых синергетических эффектов в цепочке «вода-продовольствие-энергия-экосистемы».

2. Оценка достижения стратегических целей. Показатели оценки. Очевидно, что снижение водоемкости ВВП, как показатель результатов стратегических программ, не может быть использован, т.к. структура ВВП быстро меняется в сторону увеличения доли услуг (торговля, операции с недвижимостью, связь, финансовая деятельность и пр.) с низким водопотреблением. Также и «километр» не может служить единицей измерения (показателем) выполнения мероприятий по экологической реабилитации водных объектов. И так далее.

Реализация Водной стратегии показала, что для России, с ее огромной территорией, различной освоенностью регионов, различными климатическими условиями бессмысленно устанавливать единые целевые показатели стратегических направлений водохозяйственной деятельности.

3. Дополнение направлений стратегического развития ВХК. Дополнительные направления отражают необходимость рассмотрения развития водохозяйственного комплекса с учетом экосистемного подхода и использования экосистемных функций водных объектов в хозяйственной и иной деятельности: поддержание биоразнообразия; обеспечение воднотранспортного сообщения; научно-технологическое развитие ВХК; развитие человеческого ресурса; международное сотрудничество с учетом конкурентных преимуществ Российской Федерации, ее интересов, потенциальных выгод, прогнозов изменения климата и мирового водопотребления.

4. Введение в практику понятия «экосистемные услуги», потребление и воспроизводство экосистемных услуг водных объектов. Например, известно, что до 80% учреждений отдыха в Российской Федерации расположены на водных объектах. Обеспечение рекреационной деятельности по таким вопросам, как: качество, организация, меры по восстановлению, сохранению и использованию отвечают целям задачи 6.6. ЦУР ООН.

5. Методическое обеспечение функций управления водохозяйственной деятельностью. Институтом разработана программа перспективных научных исследований в области использования и охраны водных ресурсов, включающая теоретические и прикладные исследования.

Разработка инструктивно-методической базы по реабилитации поверхностных водных объектов сегодня продолжается в направлении

апробации пособий по выбору приоритетных действий, направленных на экологическую реабилитацию озер, рек и малопроточных водных объектов; разработку пилотных программ экологической реабилитации, включая экономические механизмы реализации и пособия по экспертизе проектов, направленных на реабилитацию водоёмов (озера, водохранилища).

Подготовлены рекомендации по корректировке СКИОВО, включающие пакет инструктивных документов, ранее отсутствующих в методических указаниях по разработке схем. Это инструкции по:

- установлению целевых показателей качества воды поверхностных водных объектов;
- оценке объемов необходимых финансовых ресурсов для реализации мероприятий СКИОВО;
- оценке эффективности реализации мероприятий СКИОВО;
- по учету прогнозов социально-экономического развития территорий при подготовке разделов СКИОВО;
- подготовке финансово-экономического обоснования программы мероприятий СКИОВО;
- регламенту корректировке СКИОВО и пр.

Разработаны комплексные критерии качества, которые могут быть применены как при оценке качества вод водных объектов, так и качества технологий очистки сточных вод.

Сформулированы предложения по совершенствованию экономического механизма регулирования водопользования на основе комплексных экологических показателей оценки негативных воздействий технологий очистки сточных вод на водные объекты, опирающиеся на баланс уровня затрат на внедрение НДТ и платежей за загрязнение.

Сформулированы предложения по учету целевого состояния поверхностного водного объекта при регулировании воздействий на него на основе технологических нормативов и нормативов допустимого сброса. Продолжается разработка научно-методических основ перехода к принципу наилучших доступных технологий в водохозяйственной деятельности.

Выполняются исследования системы статистического учета водных ресурсов при внедрении методики стоимостной оценки водных ресурсов по доходам от их использования и разработка методов эколого-экономической оценки водно-ресурсного потенциала речных бассейнов для целей развития системы платного водопользования и стратегического планирования.

Совершенствование экономических механизмов водного хозяйства включает разработку стоимостной оценки ущерба от загрязнения водных объектов. Необходимость такой оценки связывается с реализацией целого ряда прикладных инструментов управления водными ресурсами и их качеством.

6. Исследование нагрузки на морские акватории. Увеличение вредных воздействий на прибрежную акваторию наблюдается на всех морях: развитие судоходства, расширение портовых сооружений, рекреация, экстремальные стихийные явления, трансграничные загрязнения, влияние потепления. Разработку нормативов вредных воздействий рамочной (концептуальной) методики важно продолжить с учетом климатических и географических особенностей водных объектов.

7. Неизбежная актуализация системы водохозяйственного мониторинга. Объем комплекса выполняемых регулярных (ежегодных) натурных наблюдений неполный и носит разрозненный характер. Как следствие, получаемые разнородные результаты мониторинга не позволяют выполнять должным образом оценку и прогноз изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов. Как правило, мониторинг начинается с этапа ведения регулярных (ежегодных) натурных наблюдений, минуя предварительные два этапа (этап общего анализа и подготовки региональных фоновых материалов и этап разработки региональной программы ведения государственного мониторинга водных объектов).

Необходимым становится корректировка методологии мониторинга при реализации глобальных показателей ЦУР 6, развитии межсекторального взаимодействия при реализации новых стратегических направлений водохозяйственной деятельности (цифровизация водохозяйственной деятельности, внедрение НДТ, международное сотрудничество). Только на основе качественной системы мониторинга можно говорить о действиях по адаптации к экстремальным гидрометеорологическим явлениям, смещению географических зон, ускоренному таянию вечной мерзлоты.

8. Понятийный аппарат водного хозяйства. Развитие нормативной базы водного хозяйства необходимо дополнить совершенствованием понятийного аппарата. Анализ действующих документов показал, что используются понятия, не имеющие определений, понятия со слишком «широкими» или «узкими» определениями, двусмысленные или не корректные, пары и тройки синонимов (или омонимов).



Подробнее ознакомиться с результатами исследований можно на сайте [wrm.ru](http://wrm.ru) или в журнале Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление».

## **Выводы**

Межведомственной рабочей группой при Администрации Президента Российской Федерации по вопросам, связанным с изменением климата и обеспечением устойчивого развития, начата работа, однако, действия по адаптации водного хозяйства к изменению климата в России отстают от современных потребностей общества по достижению целей устойчивого развития.

Воздействие изменения климата на водные ресурсы требует реализации следующих мер:

- развитие системы управления;
- включение адаптационных мер в Водную стратегию России;
- увеличение инвестиций в экономически эффективное и адаптивное управление водным хозяйством;
- активное многосекторальное и междисциплинарное сотрудничество на национальном и глобальном уровнях в вопросах управления использованием и охраной водных ресурсов;
- обеспечение действий по устойчивому функционированию водного хозяйства равномерно в экономической, социальной и экологической областях, устранив явный перекос в сторону экономики;
- создание действенных механизмов мониторинга с учетом показателей, разработанных Статистической комиссией ООН;
- обеспечение доступа к информации: улучшение управления водными ресурсами требует увеличения транспарентности, подотчетности и участия всех заинтересованных сторон в целях содействия принятию эффективных решений;
- формирование новых знаний в области наук о Земле, обеспечивающих движение к устойчивому развитию водного хозяйства.

### Использованная литература

1. Указ Президента России от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.08.2009 г. №1235 (ред. от 17.04.2012) «Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года».
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 г. №1662-р (ред. от 08.08.2009) «О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 19.04.2012 г. №350 (ред. от 22.03.2018) «О федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах».
5. Постановление Правительства РФ от 13.08.2016 № 794 «О внесении изменений в Федеральную целевую программу «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах».
6. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Президентом РФ 30.04.2012 г.).
7. Козлов Д. В. Современные проблемы водного хозяйства и водохозяйственного строительства России // Москва, 2017. URL: [http://www.eecca-water.net/file/moscow\\_may\\_2017/kozlov\\_ru.pdf](http://www.eecca-water.net/file/moscow_may_2017/kozlov_ru.pdf).
8. Доклад об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений / Государственный совет Российской Федерации. Москва, 2016.
9. Цели устойчивого развития ООН и Россия. Доклад аналитического центра при правительстве России / под ред. С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева. М., 2016. 258 с. URL: <http://ac.gov.ru/>.
10. ЮНИДО и Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Доклад. Генеральная конференция. Семнадцатая сессия. Вена, 27 ноября – 1 декабря 2017 г., п. 15 повестки дня. URL: <https://unido.org/api/opentext/documents/download/8361095/unido-file-8361095>.

## **Водное хозяйство России в условиях изменения климата**

**Сухой Н.А.<sup>1</sup>, Омеляненко В.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Некоммерческое партнерство «Союз водников и мелиораторов России»

<sup>2</sup> Национальное информационное агентство «Природные ресурсы»

**Российская Федерация**

Основной задачей описываемого анализа является раскрытие не только структуры и тенденций соответствующего водопользования на общедоуперальном уровне. Не менее важным представляется отражение территориально-бассейновой специфики и особенностей отдельных регионов страны, а также конкретных отраслей экономики.

Основные тенденции, сложившиеся в области водозабора, водопотребления и водоотведения в целом по Российской Федерации за последние годы, характеризуются приводимыми ниже данными.

Общий забор воды из водных объектов в последние годы имел вектор к снижению, хотя в отдельные годы эта тенденция ощутимо варьировала. В частности, в 2016 г. по сравнению с 2015 г. рассматриваемый показатель увеличился на 1,3 %, или почти на 0,9 млрд м<sup>3</sup> (табл. 1). Судя по всему, этот рост во многом определился увеличением забора воды в сельскохозяйственном производстве (вкл. рыбоводство) и в добывающей промышленности [1].

При этом целесообразно сразу отметить, что на динамику водозабора в целом и на отдельные показатели водопользования в частности оказывало и продолжает оказывать существенное влияние значительное число разнообразных факторов. С другой стороны, воздействие ряда факторов и процессов имеет косвенный и достаточно сложный характер или это влияние вообще не очевидно в явном виде. Например, проведенные исследования показывают, что связь между изменениями главного макроэкономического индикатора – валового внутреннего продукта – и динамикой водозабора во многих случаях практически отсутствует или имеет весьма неопределенный характер. Это прослеживается как в России, так и во многих зарубежных странах.

Таблица 1

Динамика основных показателей водопользования, км<sup>3</sup>

Показатель	2000	2005	2010	2013	2014 **	2015	2016	2017
Забор воды (вкл. морскую) из природных источников	85,9	79,5	79,0	69,9	70,8	68,6	69,5	68,9
в т.ч. водозабор для использования*	75,9	69,3	62,1	61,6	63,8	61,4	61,9	60,4
из них из:								
поверхностных источников	65,7	60,2	54,1	53,35	55,2	52,5	52,4	51,1
подземных источников	10,2	9,1	8,0	7,65	8,65	8,9	9,5	9,3
Использовано свежей воды, всего	66,9	61,3	59,5	53,6	56,0	54,6	54,7	53,5
в том числе на нужды:								
хозяйственно-питьевые	13,6	12,3	9,6	8,7	8,5	8,2	7,9	7,7
производственные	38,8	36,5	36,4	31,5	32,4	31,4	31,2	30,1
из них питьевого качества	3,7	3,7	3,8	2,6	2,54	2,42	2,77	2,5
для орошения, обводнения пастбищ и сельхозводоснабжения	12,6 ***	10,4	8,3	7,0	7,6	7,2	7,1	7,1
Расходы в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, всего	133,5	135,5	140,7	138,5	136,6	138,8	137,9	138,7
в том числе повторного и последовательного водоснабжения	6,4	6,7	14,0	7,42	7,70	7,84	7,55	9,6
Процент экономии воды на производственные нужды за счет оборотного и последовательного водоснабжения	77	78	79,4	81	81	81,5	81,6	82,2
Потери при транспортировке	8,5	8,0	7,7	7,0	7,7	6,8	6,8	6,9
Водоотведение (сброс) в поверхностные природные водные объекты, без транзитной воды	55,6	50,9	49,2	42,9	43,9	42,9	42,9	42,6
в том числе сброс: загрязненных сточных вод	20,3	17,7	16,5	15,2	14,8	14,4	14,7	13,6

Показатель	2000	2005	2010	2013	2014 **	2015	2016	2017
из них: без очистки	4,5	3,4	3,4	2,96	3,23	3,11	3,42	2,5
недостаточно очищенных	15,7	14,3	13,1	12,2	11,54	11,31	11,30	11,1
нормативно-чистых сточных вод	32,9	31,0	30,8	26,0	27,3	26,5	26,2	27,1
нормативно-очищенных сточных вод	2,4	2,2	1,88	1,71	1,84	1,90	1,98	1,95

\*Без учета откачиваемых и неиспользуемых шахтно-рудничных вод, транзитной воды для перераспределения стока и некоторых других видов водозабора для целей, не связанных с непосредственным водопотреблением (порядка 7-9 км<sup>3</sup>/год). С учетом морской воды (от 4 до 6 км<sup>3</sup>/год); с 2010 г. с учетом минеральной, термальной и некоторых других пресных видов воды (0,4-0,7 км<sup>3</sup>/год).

\*\* Здесь и далее включая данные по Республике Крым и г. Севастополь.

\*\*\*Включая 1,9 млрд м<sup>3</sup>, потребленных в прудово-рыбном хозяйстве.

Если говорить о динамике водоемкости экономики нашей страны, то есть об изменении отношении водозабора к валовому внутреннему продукту (ВВП), то итоги соответствующих расчетов в текущих ценах в сводном и конкретном виде представлены в табл. 2.

Водопользование в России осуществляется в подавляющей степени за счет забора пресной воды, при этом прослеживается явная тенденция к снижению рассматриваемого показателя, за исключением последнего года (табл. 1).

Использование забранной свежей воды на все нужды (т.е. прямоточное водопотребление) в 2010 г. в Российской Федерации было на уровне 59,45 млрд м<sup>3</sup> против 57,7 млрд м<sup>3</sup> в 2009 г. В 2011 г. этот показатель оказался почти равным объему предыдущего года (59,5 млрд м<sup>3</sup>), в 2012 г. – снизился (составил 56,9), в 2013 г. – дополнительно уменьшился (53,6), в 2014 г. – вновь возрос (почти до 56 млрд м<sup>3</sup> с учетом и 55,7 млрд м<sup>3</sup> без учета Республики Крым). В 2015 г. его величина равнялась 54,6 млрд м<sup>3</sup>, что на 2,5% меньше, чем в предыдущем году, а в 2016 г. этот объем возрос до 54,7 млрд м<sup>3</sup>, или на 0,2% больше, чем в 2015 г. (табл. 1). Как можно заметить из приведенных цифр, динамика забора воды из водных объектов по целому ряду причин далеко не всегда полностью прямопропорциональна изменениям его использования. Например, в 2015 г. водозабор уменьшился по сравнению с 2014 г. на 2,8%, а использование воды сократилось на 2,5%. В 2016 г. по сравнению с 2015 г. первый показатель увеличился на 1,3%, а второй – только на 0,2%. В

2017 г. использование воды оказалось на уровне 53,5 млрд м<sup>3</sup>, что на 2,1% ниже 2016 г.

Таблица 2

**Объем водозабора на единицу валового внутреннего продукта\***

Год	Общий забор воды из природных источников, млн. м <sup>3</sup>	Валовой внутренний продукт, в текущих ценах, млн. руб.**	Водозабор к валовому внутреннему продукту, в текущих ценах, м <sup>3</sup> /тыс. руб.
2005	79 472,48	21 609 800	3,68
2006	79 273,46	26 917 200	2,95
2007	79 985,33	33 247 500	2,41
2008	80 272,26	41 276 800	1,94
2009	75 400,98	38 807 200	1,94
2010	78 955,53	46 308 500	1,70
2011	75 220,45	59 698 000	1,26
2012	72 052,59	66 927 000	1,08
2013	69 924,70	71 016 700	0,98
2014	70 806,83	79 199 700	0,89
2015	68 614,24	83 232 600	0,82
2016	69 498,54	86 148 600	0,81
2017	68 887,55	92 037 200***	0,75***

\* В 2014 -2016 гг. с учетом Крымского федерального округа.

\*\* Данные за 2010 г. и 2013 г. не вполне сопоставимы с данными за последующие годы.

\*\*\* Предварительные оценки.

На нужды орошения – основного водопотребителя в сельском хозяйстве – в 2010 г. было использовано почти 7,9 млрд м<sup>3</sup>, 2011 г. – 7,8; 2012 г. – 7,4; 2013 г. – 6,6 млрд м<sup>3</sup>. В 2014 г. соответствующий показатель ощутимо возрос и оказался на уровне 7,14 и 7,12 млрд м<sup>3</sup> (соответственно с КФО и без этого округа), а в 2015 г. он снова уменьшился до 6,78 млрд м<sup>3</sup>. В 2016 г. рассматриваемая величина оказалась на уровне 6,71 млрд м<sup>3</sup> (на 1,1% ниже уровня 2015 г.). Таким образом, ситуация 2016 г. имеет несколько парадоксальный характер: при небольшом увеличении водозабора сократилось потребление воды по главному виду водопользования в сельскохозяйственной отрасли. В 2017 г. возрос лишь на 0,1%.

Ежегодные потери воды при транспортировке в 2010-2017 гг. варьировали в пределах 6,8-7,8 млрд м<sup>3</sup> в год (табл. 1). Очевидна весьма небольшая тенденция к сокращению этих потерь в последние годы.

В 2010 г. в водные объекты страны было сброшено 16,5 млрд м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод. В последующие годы наблюдалась тенденция к неуклонному сокращению данного показателя.

Одновременно, следует отметить, что, несмотря на ощутимые позитивные тенденции в абсолютном изменении рассматриваемого сброса, его относительная доля в общем объеме водоотведения в водоемы в последние годы остается в целом неизменной (составляет примерно одну треть).

В 2001-2017 гг. удалось почти на четверть сократить сброс в водные объекты загрязненных сточных вод, не прошедших никакой очистки, в том числе в 2011-2017 гг. и конкретно в 2017 г. по сравнению с 2010 г. они остались практически на одном уровне (табл. 1).

Сокращение сброса недостаточно очищенных стоков произошло в 2001-2017 гг.

На уменьшение сброса тех и других подвидов загрязненных стоков определенное влияние оказало строительство и ввод в действие очистных сооружений и установок.

За последние шесть лет объем нормативно очищенных сточных вод несколько возрос: в 2010 г. он равнялся 1,88 млрд м<sup>3</sup>, в 2017 г. – 1,95 млрд м<sup>3</sup>.

Следует отметить, что в ходе сводного анализа данных, характеризующих приведенные выше виды и формы водопользования в России, целесообразно учитывать фактор охвата водопользователей соответствующим статистическим наблюдением. Он проявляется прежде всего в сокращении в последний период количества водопользователей, предоставляющих статистические отчеты по форме № 2-тп (водхоз) «Сведения об использовании воды». Общее число отчитавшихся в 2017 г. объектов равнялось 26,9 тыс. единиц (с учетом водопользователей Крыма) (табл. 3).

Особо проблемным в этом отношении остается сельскохозяйственное производство – одно из крупнейших отраслевых потребителей воды (табл. 4). С 2005 г. по 2016 г. число отчитывающихся водопользователей в рассматриваемом виде деятельности уменьшилось более чем на две трети.

Таблица 3

**Динамика количества водопользователей, подлежащих статистическому наблюдению об использовании воды по форме № 2-тп (водхоз)**

Показатели	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Число водопользователей – всего тыс. ед.	45,8	31,3	29,4	29,0	28,3	28,3	27,5	26,9
в % к 2005 г.	100	68	64	63	62	62	60	59
в т.ч. по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях» - всего тыс. ед.	17,9	6,7	6,0	5,75	5,4	5,16	5,05	4,91
в % к 2005 г.	100	37	34	32	30	29	28	27

Таблица 4

**Объемы и динамика забора воды по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство»**

Показатели	2005	2010	2012	2013	2014*	2015	2016	2017
Объем забора воды из природных водных объектов по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство»** млрд м <sup>3</sup>	18,5	17,3	16,9	16,9	16,8	15,8	16,3	17,7
в % к показателю по всем видам деятельности	23	22	23	24	24	23	23	26
Потери воды при транспортировке по виду деятельности «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство»** млрд м <sup>3</sup>	4,8	4,3	4,4	4,1	4,7	3,94	4,05	4,28
в % к показателю по всем видам деятельности	60	56	58	59	61	58	60	62

\*Без учета водопользования в Крымском ФО.

\*\* Водопользование по подвидам деятельности «охота» и «лесное хозяйство» весьма невелико по объему.



Как правило, уменьшение статистически отслеживаемых водопользователей объясняется реорганизацией отчитывающихся предприятий, перепрофилированием, ликвидацией и/или банкротством водопользователей и другими факторами. Однако, насколько реальны данные процессы и, следовательно, сопоставимы во времени статистические данные, взятые хотя бы в целом по России, остается до конца не выясненным. В этой связи требуется дальнейшее и значительное упорядочение работы, проводимой в области профильного учета и отчетности водопользователей.

При общей высокой водообеспеченности нашей страны водными ресурсами, в России продолжают существовать определенные проблемы регионального характера, связанные с водообеспечением экономики и населения, а также с охраной окружающей природной среды от загрязнения плюс с защитой и реабилитацией селитебных зон и с рядом других проблем. Указанные вопросы во многом обусловлены неравномерным распределением водных ресурсов по территории страны, их значительной гидрологической изменчивостью в различные годы и целые периоды (серии многоводных и/или маловодных лет), то есть варьированием объемов фактического наличия рассматриваемых ресурсов, а также достаточно высокой степенью их загрязнения и накопленной деградации. Более того, во многих случаях в наименее водообеспеченных регионах речной сток характеризуется наибольшей многолетней вариацией. Поэтому в отдельные годы фактические ресурсы здесь нередко значительно меньше среднемноголетних величин.

В частности, если суммарные естественные водные ресурсы рек – Днепра, Волги, Дона, Кубани, Самура, Сулака, Терека, Урала, Иртыша, Тобола в средний по водности год принять за 100%, то в маловодные годы данная величина может составлять всего 60%. При этом, если ориентироваться на ту часть водных ресурсов, которая способна гарантировать устойчивое водоснабжение объектов экономики и населения (т.е. на минимальный меженный сток), то для бассейнов названных рек она составляет лишь порядка 20% от их ресурсов в средний по водности год. Иначе говоря, располагаемые объемы оказываются гораздо меньше потребностей в воде в названных бассейнах.

Следует учитывать, что одним из факторов, определяющих актуальность проблемы, является не только выраженная неравномерность естественно-географического распределения по территории страны водных ресурсов. Главное это то, что оно не соответствует плотности населения, а также масштабам и уровню хозяйственной деятельности (в том числе водоемкого характера) во многих регионах.

Имеется целый ряд других общих проблем, требующих принятия объемных усилий текущего и долгосрочного характера в области организации и реорганизации водопользования.

В перспективе в первую очередь требуется решать региональные проблемы, имеющие место в конкретных водохозяйственных бассейнах страны, на конкретных участках и т.д.

При этом целесообразно исходить из решения следующих общих задач:

– разработки, корректировки (при насущной необходимости) и реализации региональных программ по наиболее актуальным для конкретного субъекта Российской Федерации направлениям водохозяйственной и водоохраной деятельности, по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, его защиты от вредного воздействия вод с одной стороны и обеспечения качественной питьевой водой с другой стороны и т.д;

– совершенствование регионального контроля и надзора за последовательным и неуклонным выполнением намеченных программ; принятие мер по повышению ответственности юридических лиц, качества плановых и внеплановых надзорных мероприятий;

– организации четкого межведомственного взаимодействия контрольных и иных структур (в т.ч. управленческого характера) в рассматриваемой сфере;

– своевременное вынесение на рассмотрение органов исполнительной власти предложений по предотвращению последствий экстремальных гидрологических явлений и/или стабилизации ситуации на основе регулярного анализа соответствующей информации;

– проведение системной разъяснительной кампании в средствах массовой информации по наиболее актуальным проблемам водного хозяйства, охраны водных ресурсов и вредного воздействия вод на жителей соответствующих регионов;

– систематический контроль качества питьевого водоснабжения, состояния водных объектов и др.

Бассейн Волги, включая различные притоки, а также водохранилища на многих участках загрязнены коммунальными, промышленными и сельскохозяйственными сточными водами, поверхностным стоком с урбанизированных территорий и сельскохозяйственных угодий. В результате этого в ряде регионов и отдельных районов рассматриваемого водного бассейна сохраняются серьезные проблемы с хозяйственно-питьевым водоснабжением, а также с воспроизводством рыбных и иных

биологических ресурсов. В бассейне остро стоят вопросы затопления населенных пунктов и объектов экономики при половодьях и паводках на притоках Волги, а также проблемы разрушения берегов волжских водохранилищ, подтопления ряда прилегающих территорий и т.д.

В бассейне Дона в результате интенсивного использования водных ресурсов имеет место их дефицит, обостряющийся в маловодные годы. Попуски из Цимлянского водохранилища не обеспечивают в полной мере требований рыбного хозяйства, водного транспорта и орошаемого земледелия даже в годы средней водности. Остро стоит проблема качества воды, особенно в нижнем течении реки. Большинство очистных сооружений работают неэффективно; недостаточно очищенные сточные воды нескольких десятков городов поступают в водные объекты бассейна. Значительно загрязнены и истощены малые реки.

Бассейн реки Кубань в целом характеризуется напряженным водохозяйственным балансом с дефицитами воды даже в средnezасушливые годы. Нехватка водных ресурсов вызывает проблемы в устойчивом коммунальном, промышленном и сельскохозяйственном водоснабжении. В связи с недостаточностью или отсутствием сооружений инженерной защиты в зоне риска паводковых затоплений и опасных русловых процессов находятся сотни населенных пунктов, а также несколько сотен тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий.

В бассейне р. Терек и других рек Западного Каспия ведущими задачами являются устранение (снижение) опасности наводнений и решение вопроса регулирующих емкостей водохранилищ, приведение в удовлетворительное состояние защитных гидротехнических сооружений, а также уменьшение загрязнения водных объектов нефтепродуктами и сточными водами.

Особые и недавно возникшие проблемы существуют в стабильном водоснабжении пресной водой населения и хозяйственных объектов *Крыма*.

Большое значение в современных условиях для оценки территориальной водообеспеченности/вододефицита, возможностей хозяйственного использования водных ресурсов имеет учет водосберегающих и водоохраных ограничений, связанных с необходимостью сохранения водных ресурсов как важнейшего элемента среды обитания человека, а также окружающей природной среды в целом. Решение этой проблемы предполагает стремление оставить как можно больше воды в ее источниках, не изменять их естественные гидрологические, гидрогеологические и гидрохимические режимы, что во многих случаях входит в противоречие с объективными требованиями развития экономики и

социальной сферы. Унитарного и универсального решения данной проблемы для всех возможных ситуаций не существует. Требуется дифференцированный, целевой подход к решению конкретных проблем на конкретных территориях.

Итоги практической гармонизации и совмещения интересов охраны окружающей природной среды и экономики показывают, по экспертной оценке, что водные ресурсы большинства рек Европейской зоны – Дона, Кубани, Самура, Волги, Урала – практически полностью исчерпаны, а целого ряда других рек России: Северной Двины, Невы, Сулака, Терека, Амура и т.д. – освоены на три четверти и более. Эти выводы получены для условий современной технологии водопользования, которая характеризуется в значительной мере нерациональным и неэкономным использованием водных ресурсов.

Нарастают проблемы в использовании подземных вод. В силу единства вод в природе забор из одного источника может привести к изменению другого. Еще в 30-е годы XX века В.И. Вернадский отмечал: «Все природные воды, где бы они не находились, теснейшим образом связаны между собой и представляют единое целое». Как показывает опыт, в условиях взаимосвязи поверхностных и подземных вод отбор последних приводит к сокращению, а в ряде случаев и полному прекращению речного стока. Корректное определение располагаемых водных ресурсов предполагает установление влияния отбора подземных вод на речной сток, с учетом экономических, санитарных и экологических попусков в реках и разработки необходимых водоохраных мероприятий по уменьшению, предотвращению или устранению отрицательного влияния.

Направленность и интенсивность взаимосвязи поверхностных и подземных вод может претерпевать значительные изменения в результате водохозяйственной деятельности. Нарушение природных условий взаимодействия подземных и поверхностных вод происходит при изменении их уровней в результате антропогенной деятельности различного рода. Она включает: гидротехническое строительство с созданием больших водохранилищ, интенсивную эксплуатацию подземных вод для водоснабжения, водоотлив из шахт и карьеров при добыче полезных ископаемых, пополнение запасов подземных вод поверхностными водами, сельскохозяйственную ирригацию. Отбор подземных вод относится к числу видов хозяйственной деятельности, оказывающих наиболее значительное влияние на окружающую среду. В первую очередь, это проявляется в снижении уровней (напоров) подземных вод, во вторую – в изменении поверхностного стока, приводит к снижению уровня подземных вод и формированию обширных депрессионных воронок, как в эксплуатируемом водоносном горизонте,

так и в гидравлически связанных с ним смежных водоносных горизонтах [2]. Площадь депрессионных воронок на участках интенсивного водоотбора может достигать сотен и тысяч квадратных километров. Понижение уровня подземных вод представлено в табл. 5. В пределах депрессионных воронок происходит изменение расходов потоков подземных вод и их направленности. В условиях взаимосвязи поверхностных и подземных вод отбор последних может приводить к сокращению речного стока.

Таким образом, при наличии больших естественных ресурсов поверхностных и подземных вод в России, преобладающая часть которых находится в восточных и северных регионах, экономически развитая европейская территория, а также некоторые другие районы с высоким уровнем комплексного освоения водных ресурсов во многом исчерпали возможность устойчивого развития без рационализации водопользования, экономии воды и восстановления качества водной среды.

### **Влияние изменений климата**

В научной литературе по данной теме существует множество толкований причин изменения климата, его проявлений, гипотез и прогнозов.

Отмечается заметная неоднородность изменения климата во времени и пространстве. Обращают на себя внимание возросшая повторяемость некоторых экстремальных явлений: резких засух, осадков, похолоданий. На обширной территории Российской Федерации (как и на всем северном полушарии) в зонах избыточного и нормального увлажнения (около  $\frac{3}{4}$  территории) отмечается увеличение годового стока рек, что способствует неблагоприятным социально-экономическим и экологическим условиям.

Возрастание неустойчивости климата требует оценки вероятности рисков возникновения экстремально низких или, наоборот, высоких значений климатических показателей. Риски экстремальных значений сильнее подвержены изменениям, чем средние значения [3].

Одной из наиболее объективных характеристик изменения климата является заметное повышение температуры воздуха. Например, средняя годовая температура воздуха на территории нашей страны за вторую половину XX века выросла на 1°C. По мнению многих экспертов причиной этого является хозяйственная деятельность человека и, в первую очередь, выбросы парниковых газов при сжигании углеводородного топлива. Аномальным примером температурного режима может служить 2015 год.

Таблица 5

**Сведения о крупных депрессионных областях и воронках уровней подземных вод на территории Российской Федерации, 2017 г.**

№	Название депрессионной области / воронки	Индекс и наименование гидрогеологической структуры II порядка	Субъект Российской Федерации	Эксплуатируемый ВГ, ВК (индекс)	Площадь депрессии, тыс. км <sup>2</sup>	Максимальное понижение уровня 2016 г., м
1	Кропоткинско-Краснодарская	aI-A Азово-Кубанский АБ	Краснодарский край, Республика Адыгея	Неоген-четвертичный ВК (N-Q)	15,6	88,9
2	Северо-Дагестанская	aI-B Восточно-Предкавказский АБ	Республика Дагестан, Республика Калмыкия, Ставропольский край	Апшеронско-бакинский ВГ (QЕар+Q1b)	12,0	17,0
3	Ленинградская	aII-B Ленинградский АБ	г. Санкт-Петербург, Ленинградская область	Вендский ВК (V)	20,0	61,6
4	Сланцевско-Кингисеппская	aII-B Ленинградский АБ	Ленинградская область	Нижнекембрийский ВГ (Є11m)	6,0	33,4
5	Московская	aII-G Московский АБ	Московская область и г. Москва, частично Владимирская, Калужская и Тверская области	Гжельско-ассельский ВГ (C3g-P1a)	14,1	60,0
				Касимовский ВГ (C3ksm)	9,3	60,0
				Подольско-мячковский ВГ (C2pd-mc)	13,9	80,0
				Каширский ВГ (C2ks)	17,9	90,0

№	Название депрессионной области / воронки	Индекс и наименование гидрогеологической структуры II порядка	Субъект Российской Федерации	Эксплуатируемый ВГ, ВК (индекс)	Площадь депрессии, тыс. км <sup>2</sup>	Максимальное понижение уровня 2016 г., м
				Алексинско-протвинский ВГ (C1al-pr)	24,3	90,0
6	Тульская	аII-Г Московский АБ	Тульская область	Упинский ВГ (C1up)	1,1	52,5
7	Южная					
	г. Брянск	аII-Г Московский АБ, аII-К Днепровско-Донецкий АБ	Брянская область	Верхнедевонский ВК (D3)	13,7	76,7
	г. Курск	аII-Г Московский АБ, аII-К Днепровско-Донецкий АБ	Курская область	Юрско-девонский ВК (J2-D3)	20,2	66,9
	г. Железногорск	аII-Г Московский АБ	Курская область	Юрско-девонский ВК (J2-D3)		101,7
		аII-Г Московский АБ	Курская область	Архей-протерозойский ВК (AR-PR)	10,0	81,2
	г. Орел	аII-Г Московский АБ	Орловская область	Верхнедевонский ВК (D3)	2,9	10,6
	Старооскольский район	аII-К Днепровско-Донецкий АБ	Белгородская область	Архей-протерозойский ВК (AR-PR)	1,0	520,0
		аII-К Днепровско-Донецкий АБ	Белгородская область	Альб-сеноманский (Kal-s)	8,3	70,0
	(п. Яковлево)	аII-К Днепровско-Донецкий АБ	Белгородская область	Архей-протерозойский ВК (AR-PR)	0,1	71,0
Белгородская область	аII-К Днепровско-Донецкий АБ	Белгородская область	Турон-маастрихтский ВК (K2t-m)	0,1	31,3	
9	Обнинская	аII-Г Московский АБ	Калужская область	Алексинско-протвинский (C1al-pr)	0,1	43,5
10	Калужская	аII-Г Московский АБ	Калужская область	Упинский ВГ (C1up)	0,2	35,2

№	Название депрессионной области / воронки	Индекс и наименование гидрогеологической структуры II порядка	Субъект Российской Федерации	Эксплуатируемый ВГ, ВК (индекс)	Площадь депрессии, тыс. км <sup>2</sup>	Максимальное понижение уровня 2016 г., м
11	Рязанская	aII-Г Московский АБ	Рязанская область	Подольско-мячковский ВГ (C2pd-mc)	0,1	-
		aII-Г Московский АБ	Рязанская область	Каширский ВГ (C2ks)	0,1	46,9
		aII-Г Московский АБ	Рязанская область	Алексинско-протвинский (C1al-pr)	0,1	49,5
12	Смоленская	aII-Г Московский АБ	Смоленская область	Среднефаменский ВК (D3fm2)	0,1	43,0
13	Тверская	aII-Г Московский АБ	Тверская область	Алексинско-протвинский (C1al-pr)	0,1	27,9
14		aII-Ж Приволжско-Хоперский АБ	Тамбовская область	Среднефаменский ВК (D3fm2)	0,1	39,0
15	Саранская	aII-Е Волго-Сурский АБ	Республика Мордовия	Водоносный средне-верхнекаменноугольный карбонатный горизонт (C2-3)	0,2	65,9
16	Кайташорская	bIII-В Печеро-Предуральская ПАБ	Республика Коми	Нижне-верхнепермский ВК (P1-2)	0,6	49,0
17	Североуральская	eXXII-В Тагило-Магнитогорская ГСО	Свердловская область	Палеозойская водоносная карстовая зона (12(PZ))	0,3	700,0
18	Велижанская	aIV-А Иртыш-Обский АБ	Тюменская область	Рюпель-серрравальский ВГ (2(P 3r-N1srv))	0,3	49,8
19	Сургутская	aIV-А Иртыш-Обский АБ	ХМАО-Юрга	Рюпель-серрравальский ВГ (2(P 3r-N1srv))	0,1	63,0
20	Барнаульская	aIV-А Иртыш-Обский АБ	Алтайский край	Неоген-четвертичный ВК (N-Q)	0,2	40,8
21	Томская	aIV-А Иртыш-Обский АБ	Томская область	Палеогеновый ВК (P)	0,3	8,9



№	Название депрессионной области / воронки	Индекс и наименование гидрогеологической структуры II порядка	Субъект Российской Федерации	Эксплуатируемый ВГ, ВК (индекс)	Площадь депрессии, тыс. км <sup>2</sup>	Максимальное понижение уровня 2016 г., м
22	Новоуренгойская	aIV-Б Тазовско-Пурский АБ	ЯНАО	Рюпель-сerrавальский ВГ (P 3r-N1srv)	-	35,6
23	Салехардская	aIV-Б Тазовско-Пурский АБ	ЯНАО	Кайнозойская водоносная таликовая зона (17(KZ))	-	29,4
24	Читинская	eIX-Д Малхано-Становая ГСО	Забайкальский край	Нижнемеловой водоносный комплекс (K1)	0,1	57,1

Тенденции в изменении количества атмосферных осадков ведут к изменению на территории стока рек. И в данном случае доминирующей тенденцией является увеличение стока крупнейших рек бассейна Северного Ледовитого океана. Увеличилась межгодовая изменчивость стока, в результате чего наблюдаются как аномально многоводные, так и аномально маловодные годы и сезоны. В регионах, где максимальные расходы формируются дождевыми паводками (Черноморское побережье Кавказа, бассейны Кубани и Амура), в конце прошлого – начале нынешнего столетия отмечались катастрофические наводнения, не наблюдавшиеся ранее.

На основании 9-ти балльной шкалы природной опасности, основанной на ранжировании разрушительного воздействия природного процесса в зависимости от силы его проявления, разработана карта суммарной оценки природной опасности субъектов Российской Федерации (рис. 1).



**Рис. 1. Суммарная степень природной опасности по субъектам Российской Федерации (по данным географического факультета МГУ)**

Учитывались 17 наиболее распространённых видов природных опасностей: наводнения, циклоны тропические и внетропические, сильные ветры (смерчи, шквалы), снегопады и метели, грозы, град, интенсивные ливни, экстремально низкие температуры воздуха, засухи, снежные

лавины, селевые потоки, оползни, землетрясения, цунами, извержения вулканов.

Для России характерно увеличение степени опасности с запада на восток и на юг, с продвижением в горные районы. Наименее опасные районы характерны для северо-запада Европейской части России. Наиболее опасные районы отмечаются на территориях республик Северного Кавказа, гор Алтая, Прибайкалья и Забайкалья, Тихоокеанского побережья Дальнего Востока и особенно Сахалина, Курильских островов и Камчатки.

### **Водный режим рек**

Основной особенностью современных изменений водного режима рек на преобладающей части территории страны является существенное увеличение в последние 20-25 лет водности в меженные периоды, особенно в зимние месяцы. В пределах крупных регионов России для большинства рассмотренных рек отмечаются значимые (при уровне значимости 95%) положительные тренды увеличения стока зимней и летне-осенней межени. Наблюдающаяся для обширных территорий «синхронизация» изменений меженного стока (особенно зимнего) и масштабы этих изменений являются неординарными и не имеют аналогов в XX столетии. Рост меженного стока обусловил в 1980-1990-х гг. увеличение водных ресурсов даже в бассейнах рек, где произошло снижение стока весеннего половодья. Анализ данных наблюдений за последние сто лет позволил прийти к выводу о том, что такая ситуация сложилась впервые, так как ранее все значительные маловодные и многоводные фазы определялись, прежде всего, величиной стока весеннего половодья. Установлено, что реакция меженного стока на климатические изменения в зависимости от физико-географических условий и конкретных особенностей водосборов может существенно отличаться [4].

Для рек юго-западного региона ЕТР и примыкающей к нему части бассейна Волги в 1980- 1990-х гг. происходили изменения в генезисе их питания, обусловленные уменьшением весеннего стока и увеличением меженного.

Со второй половины 1970-х гг., на значительной части территории страны, происходят существенные изменения во внутригодовом распределении стока рек, основной характерной особенностью которых является увеличение водности в меженные месяцы. Наиболее значительные и четко выраженные изменения выявлены на ЕТР. Аналогичные изменения отмечаются также на реках Украины, Беларуси и

Балтии. Таким образом, можно говорить об идентичности изменений водного режима рек обширной зоны Восточно-Европейской (Русской) равнины.

Изменение водности влечет за собой изменение целого ряда факторов, влияющих на русловые процессы: устойчивость русла в сезонном и многолетнем переформировании, характеристику стока наносов с их взвешенной и влекомой составляющих, изменение местоположения перекатов и плесов в связи с размывами дна и берегов, влияющих на положение судовых ходов и размещение водозаборных сооружений.

**Стратегия выживания в условиях нарастающего водного дефицита диктует следующие выводы:**

1. Изменения климата неоднородны во времени и пространстве.
2. Наряду с потеплением отмечается сдвиг среднегодового климата в сторону более влажных условий.
3. С возрастанием неустойчивости климата важны оценки вероятности рисков возникновения экстремально низких или, наоборот, высоких значений климатических показателей.
4. Возрастает необходимость научно-обоснованных прогнозов влияния климатических изменений на водные ресурсы на 30-40-50 лет вперед.
5. Срочно необходима разработка концепции или схемы перераспределения водных ресурсов с помощью межбассейновых каналов, основанных не только для удовлетворения всех видов водопользования, защиты от вредного воздействия вод, а также для поддержания оптимальной экологической обстановки при отсутствии (минимизации) негативных социально-экономических и экологических последствий от таких воздействий с усилением роли системы многолетнего и сезонного регулирования стока, которое будет учитывать необходимость сдерживания экстремальных проявлений водности.

#### **Использованная литература**

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 году». – М.: НИА-Природа. 2016. – 300 с.
2. М.М. Черепанский. Теоретические основы гидрологических прогнозов влияния отбора подземных вод на речной сток. – М.: НИА-Природа. 2005. – 260 с.

3. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве – Российская академия сельскохозяйственных наук. – 2009. – 518 с.

4. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. Шикломанова И.А. – СПб.: ГГИ. 2008. – 598 с.

## **Новый импульс для регионального взаимодействия по проблемам бассейна Аральского моря**

**Соколов В.И.**

**Агентство по управлению реализацией проектов бассейна  
Аральского моря и Глобального экологического фонда**

**Республика Узбекистан**

Прошедший 24 августа в Туркменистане Саммит Глав государств-учредителей МФСА показал, что на фоне общего потепления политического климата в регионе, вопросы экологического здоровья общих рек Центральной Азии, и проблема Арала вновь поднялись на вершину приоритетов руководителей стран. Это не просто понимание, что устойчивое развитие и улучшение жизни зависит от сохранения природных ресурсов. У наших стран появились определённые возможности для прогресса в восстановлении рек и экосистем, осуществляя их оздоровление на национальном и региональном уровне.

Президент Республики Узбекистан Шавкат Миромонович Мирзиёев выдвинул целый ряд важных инициатив, которые при их воплощении в жизнь смогут «кардинально улучшить неблагоприятную экологическую ситуацию в нашем регионе». Для этого «нужны решительные и нестандартные меры».

Первая инициатива Президента Узбекистана - объявить Приаралье зоной экологических инноваций и технологий. Это говорит о том, что мы в корне изменяем идеологию решения Аральской катастрофы: не просто привлекаем внимание к экологическому кризису с целью снижения негативных его последствий, а создаем механизм его устранения.

Как известно, до настоящего времени для смягчения последствий катастрофы Арала странами Центральной Азии при поддержке мирового сообщества были реализованы три программы. Основанием для этих программ служили «Основные положения концепции государств Центральной Азии по решению проблем Арала и бассейна Аральского моря с учетом социально-экономического развития региона». Этот документ был принят на первом заседании Межгосударственного Совета по проблемам бассейна Аральского моря (МГСА), которое проходило 13 июля 1993 года в городе Ташкенте.

Что было сделано за прошедшие 25 лет в рамках трех программ бассейна Аральского моря и почему настало время инноваций?

Первая программа бассейна Аральского моря (ПБАМ-1) была реализована под эгидой созданного в 1993 году Международного фонда спасения Арала в период с 1995 по 2003 годы. На первом этапе ПБАМ-1 при техническом и финансовом содействии со стороны Всемирного банка было реализовано девять программ:

1. Региональная стратегия управления водными ресурсами
2. Повышение эффективности управления водными ресурсами и обеспечение устойчивости плотин и водохранилищ
3. Гидрометеорологические службы и региональная система экологической информации
4. Управление качеством вод, Программа дренажа в Узбекистане
5. Восстановление водно-болотистых угодий и регулирование стока Амударьи и Сырдарьи
6. Чистая вода и здоровье
7. Управление верхнего водосбора
8. Автоматизация водной инфраструктуры
9. Развитие потенциала

Общая стоимость этих программ составляла 60,8 млн. долларов США, из которых при содействии Всемирного банка было привлечено и реализовано лишь 22,25 млн. долларов США.

В качестве второго этапа ПБАМ-1 был реализован в 1998-2003 годах Проект по управлению водными ресурсами и окружающей средой, который осуществлялся за счет средств Глобального Экологического Фонда (ГЭФ), Правительств Нидерландов и Швеции. Общий бюджет проекта составил 21,5 миллиона долларов США, включая 4,1 миллиона долларов - за счёт стран Центральной Азии. Проект реализовал шесть компонентов:

Компонент А «Управление водными ресурсами и борьба с засолением почв и минерализацией водных ресурсов». Цель компонента - разработка региональных и национальных сценариев и стратегий устойчивого управления водными ресурсами и их распределение с учётом потребностей окружающей среды в бассейнах рек Сырдарья и Амударья и оказание помощи лицам, принимающим решения в пяти странах в

подготовке средне- и долгосрочных соглашений по управлению водными ресурсами.

Компонент В «Информирование населения». Цель компонента - содействие в формировании сознания населения, понимания необходимости экономии воды, в воспитании бережного отношения к водным ресурсам, способствующего изменению отношения к воде у потребителей.

Компонент С «Управление безопасностью плотин и водохранилищ». Цель компонента - проведение оценки безопасности плотин в регионе; модернизация систем мониторинга и предупреждения на отдельных плотинах на основе пилотных проектов; и подготовка проектов неотложных мер по восстановлению плотин.

Компонент D «Мониторинг трансграничных вод». Цель компонента - создание потенциала мониторинга с помощью независимых структур качественных и количественных параметров стока рек на 37 трансграничных водомерных постах.

Компонент E «Восстановление водно-болотистых угодий». – Цель компонента - восстановление водно-болотистых угодий озера Судочье, которое является местом гнездования исчезающих видов перелётных птиц в Южном Приаралье.

Компонент F «Поддержка управления проектом»

Реализация Проекта по управлению водными ресурсами и окружающей средой была завершена 31 октября 2003 года по решению Правления Фонда МФСА.

В казахстанской части Приаралья в рамках Программы бассейна Аральского моря (ПБАМ-1) реализован крупномасштабный проект «Регулирование русла реки Сырдарья и сохранение северной части Аральского моря» (РРССАМ-1). Началом реализации проекта считается ноябрь 2002 года. Для финансирования проекта привлекались Заемные средства Всемирного Банка – 64.5 млн. долларов США и выделено софинансирование из республиканского бюджета – 21.29 млн. долларов США. В результате реализации проекта РРССАМ–1 достигнуто:

1. Пропускная способность реки Сырдарья увеличилась от 350 до 700 м<sup>3</sup>/с;

2. Сохранение северной части Аральского моря как географического и климатообразующего объекта:

- осушенное дно моря покрылось зеркалом воды площадью 870 км<sup>2</sup> (с 2414 до 3288 км<sup>2</sup>);



- объем воды в море увеличился на 11,5 км<sup>3</sup> (с 15,6 до 27,1 км<sup>3</sup>);
- снизилась минерализация воды с 23 до 17 г/л

3. Улучшение водоснабжения ирригационных и озерных систем.

4. Безопасность эксплуатации Шардаринской плотины и стабилизация режима работы Шардаринской ГЭС (увеличилась выработка электроэнергии в зимнее время);

5. Улучшение экологической и социально-экономической ситуации региона и населения Приаралья,

- увеличилось развитие местных видов рыб и созданы благоприятные условия для разведения осетровых пород рыб;
- объем улова рыб увеличился с 0,4 до 6,0 тыс. тонн и в перспективе ожидается увеличение улова рыб до 11,0 тыс. тонн;

6. Надежность существующих сооружений на реке, увеличен срок эксплуатации их, улучшены эксплуатационные характеристики гидроузлов; 7. Восстановлено биоразнообразие казахстанской части Приаралья.

Вторая программа (ПБАМ-2) была разработана в соответствии с Решением Глав государств, принятом в Душанбе 6 октября 2002 года. Период реализации 2003-2010 годы – общая стоимость 1993,9 млн. долларов США. Программа ПБАМ-2 была утверждена Правлением МФСА 28 августа 2003 года. Программа включала следующие четырнадцать приоритетов:

1. Разработка согласованных механизмов комплексного управления водными ресурсами бассейна Аральского моря
2. Реабилитация водохозяйственных объектов и улучшение использования водных и земельных ресурсов
3. Совершенствование систем мониторинга окружающей среды
4. Программа борьбы со стихийными бедствиями
5. Программа содействия решению социальных проблем региона
6. Укрепление материально-технической и правовой базы межгосударственных организаций

7. Разработка и реализация региональных и национальных программ природоохранных мероприятий в зоне формирования стока
8. Разработка и реализация региональной и национальных программ по рациональному потреблению воды в отраслях экономики стран Центральной Азии
9. Разработка и реализация международной программы санитарно-экологического оздоровления населенных пунктов и природных экосистем Приаралья
10. Разработка международной программы восстановления экологической устойчивости и биологической продуктивности
11. Концепция устойчивого развития бассейна Аральского моря
12. Региональная программа действий по борьбе с опустыниванием
13. Развитие водно-болотных угодий в низовьях рек Амударьи и Сырдарьи
14. Рационализация использования минерализованных дренажных вод

По информации ИК МФСА (Таджикистан) программа была реализована лишь частично, в основном самими странами, на общий объем финансирования около 1 млрд. долларов США.

Третья программа (ПБАМ-3). 28 апреля 2009 года, главы государств Центральной Азии выступили с совместным заявлением, подчеркнув важную роль МФСА в координации и решении фундаментальных аспектов сотрудничества для преодоления кризиса бассейна Аральского моря и укрепление сотрудничества с учреждениями системы ООН и другими международными организациями. ПБАМ-3 была принята на основе решения Правления МФСА (10 декабря, 2010, в Алматы). ПБАМ-3 включала реализацию около 300 национальных и региональных проектов на общую сумму более 15,0 млрд. долл. США

В настоящее время в рамках ПБАМ-3 в Узбекистане все еще реализуется «Комплексная программа по смягчению последствий Аральской катастрофы, восстановлению и социально-экономическому развитию региона Приаралья на период 2015-2018 годов», утвержденная постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 255 от 29.08.2015 года. Программа включает в себя 235 проектов на общую сумму 1920,8 млн. долларов США, из этой суммы – 736,4 млн. долларов – вклад

Узбекистана из государственного бюджета и 1184,4 млн. долларов – кредиты международных финансовых агентств.

Наши партнеры в Казахстане также работают в рамках ПБАМ-3 по ряду направлений. Так, Президентом Казахстана в 2016 году была утверждена «Дорожная карта по развитию отраслей экономики Аральского района на 2017-2019 годы». В нее вошли 84 проекта на 114 миллиардов тенге. Из них в 2017 году было реализовано 39 проектов на 11,4 миллиарда тенге, 12 проектов на 6,1 миллиарда тенге – переходные и будут завершены в 2018 году. Всего на 2018 год запланирована реализация 39 проектов на 29,4 миллиарда тенге. Ожидается, что 29 проектов будут реализованы до конца 2018 года. Восемь – переходящие. Среди них строительство завода по производству кальцинированной соды. Объем инвестиций, привлеченных Аральским районом в 2017 году, превысил показатель предыдущего года и составил 158,3%. Половина всех инвестиций поступила в сельские населенные пункты и была направлена на развитие промышленности, транспорта, образования и здравоохранения.

Объем продукции, выпущенной промышленными предприятиями района, составил 102% к предыдущему году. В частности, добыта 541 тысяча тонн соли, произведено 206,4 тысячи тонн йодированной соли, 2,9 тысячи тонн рыбы, 163 тонны мяса, 644 тонны хлеба и хлебобулочных изделий, а также 135,4 тысячи тонн кварцевого песка.

Второе направление в Казахстане – это реализация проекта «Регулирование русла реки Сырдарьи и северной части Аральского моря» (РРССАМ-2).

В 2018 году начата реализация второй фазы проекта. Разработка второй фазы РРССАМ была поддержана Всемирным банком, который совместно с Правительством РК выделял средства на подготовительные по проекту работы. После тщательного анализа состояния главной водной артерии края – Сырдарьи, водоохраных сооружений, экологической ситуации региона было предложено восемь компонентов РРССАМ-2.

Это – восстановление левобережного шлюза-регулятора Кызылординского гидроузла, спрямление русла реки Сырдарьи на двух участках, строительство защитных дамб в двух районах региона, одного автодорожного моста, восстановление Камышлыбашской и Акшатауской озерных систем в Аральском районе. Далее идут по плану реконструкция и расширение выростных прудов на участке Тастак Камышлыбашского рыбопитомника и продолжение реконструкции северной части Аральского моря. Запланировано также создание рабочего центра управления водными ресурсами в казахстанской части бассейна реки Сырдарьи.

На первом этапе будут реализованы на 9,5 млрд тенге из республиканского бюджета четыре компонента. Это самые значимые для населения области работы, так как они связаны с обеспечением безопасности граждан в паводковый период. К примеру, спрямление русла реки Сырдарья на участках Корганша и Турумбет, строительство защитных дамб в Казалинском и Кармакшинском районах, автодорожного моста около поселка Бирлик.

Специалисты Всемирного банка побывают в регионе, изучат на месте степень необходимости реализации других компонентов РРССАМ-2, и, возможно, Казахстан получит поддержку и со стороны этого международного финансового института - уже в рамках новой ПБАМ-4.

Третье направление – это вклад Республики Казахстан в МФСА – через реализацию портфеля проектов Исполнительной дирекции МФСА. Общая сумма портфеля проектов – всего 32 проекта – около 100 млн. долларов США.

К сожалению, до сегодняшнего дня нет глубокого анализа результатов трех программ (ПБАМ) в рамках МФСА. Однако, можно смело сказать, что за прошедшие 25 лет положения Концепции по решению проблем Аральского моря от 1993 года практически себя изжили. Много было сделано странами для смягчения последствий катастрофы Арала, изменились социально-экономические условия в странах региона, кардинально изменилась водохозяйственная обстановка в регионе. В бассейне Арала, как нигде в других частях мира, наблюдается влияние изменения климата. Многие другие факторы также указывают, что настало время менять практику в отношении создания устойчивости экосистем при экономическом росте.

Поэтому инициатива Президента Узбекистана – объявить Приаралье зоной экологических инноваций и технологий – должна стать базисом для выработки новой Программы действий по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря (ПБАМ-4).

Вторая инициатива Президента Узбекистана – создать Региональный центр по выращиванию саженцев пустынных и кормовых растений. «При его координации мы сможем в течение 10-12 лет покрыть лесными насаждениями все высохшее дно моря. Этот центр станет уникальной научно-образовательной базой по подготовке востребованных специалистов».

Предлагаемый Региональный центр для внедрения инновационных технологий, будет заниматься выращиванием сеянцев пустынных и кормовых растений, и обеспечит не только Республику Каракалпакстан, но

и соседние Центрально-Азиатские республики посевным материалом для облесения пустынных территорий.

Как показывает опыт уже проведенных лесопосадок за последние 25 лет – естественная приживаемость не превышает 10%. Заготовка саженцев и семян в питомниках, а также применение мелиоративных методов лесопосадок способствует увеличению прижившихся растений в 2-6 раз. При этом приживаемость сеянцев (саксаул) после первого года составляет 34-40%, а после проведения дополнения посадок во втором году – 55-65%.

Академик Новицкий З.Б. из Узбекского НИИ лесного хозяйства говорит: - «При внедрении инновационной технологии мы сможем получать не менее 300 тысяч штук стандартных сеянцев с 1 гектара, а при базовой технологии, которая сегодня используется лесхозами не более 150 тысяч штук. При высаживании сеянцев кормовых растений на осушенное дно ежегодно на 50 тысяч гектаров, через 10 лет мы покроем площадь 500 тысяч гектаров. За счет семенного возобновления (учитывая то, что чогон плодоносит в год посадки, а терескен на следующий год), то еще через 10 лет общая площадь леса составит 1.5 миллиона гектаров».

Данный центр будет использоваться как уникальное место для внедрения самых передовых научных разработок и как база для организации Международного центра по стажировке и обмена опыта в вопросах борьбы с деградацией земель и повышением продуктивности пастбищ из других стран, где имеются аналогичные почвенно-климатические условия.

В результате осуществления лесопосадочных мероприятий, подвижные пески в на дне высохшего моря будут закреплены, созданные насаждения из пустынных пород, обеспечат защиту прилегающих территорий Приаралья от засыпания солевой пылью. По данным Узбекского научно-исследовательского института лесного хозяйства, при саксаулово-черкезовых насаждениях, уже на второй год после посева и посадки скорость ветра в приземном слое снижается на 20 %, в пятилетнем разрезе – на 80%, а в возрасте семи лет скорость ветра полностью затихает. Все это улучшает экологическую обстановку, создает условия по созданию пустынных пастбищ с организацией животноводческих хозяйств в перспективе.

Третье предложение Президента Узбекистана – создать в зоне Приаралья трансграничные охраняемые природные территории. «Сохранение биоразнообразия должно стать нашей общей задачей». Президент предложил найти общерегиональный подход для сохранения уникальной фауны региона (исчезающих видов животных, таких как

гепард, кулан, сайгак): например, «очертить» в Приаралье трансграничные охраняемые природные территории.

В Узбекистане сегодня юридический государственный статус имеют восемь заповедников, два национальных природных парка, один Нижне-Амударьинский государственный биосферный резерват, республиканский центр по разведению редких видов животных - «Джейран», семь памятников природы. Планируется создать, национальный парк «Центральный Кызылкум», общей площадью 1,1 млн. гектаров, природный комплекс «Заказники Приаралья», заказник «Кульджуктау» площадью 174,2 тыс. гектаров. Летом 2018 года осуществлено согласование документов по приданию юридического статуса комплексному ландшафтному заказнику «Сайгачий», основная цель которого - сохранение устюртской популяции сайгаков. Также в республике подготовлен Проект «Программы по созданию сети охраняемых природных территорий», в рамках которого предусмотрено расширение системы охраняемых природных территорий с 2,3 млн. до 8,1 млн. гектаров (около 17% территории Узбекистана), в том числе, разработаны меры по охране данных территорий.

Под предложение Президента подпадает планируемый национальный парк «Южный Устюрт», общей площадью 1,42 млн. гектаров (на территории Каракалпакстана) – эту зону можно объединить с прилегающей территорией Туркменистана. Аналогичные охраняемые территории можно организовать в пригранично зоне с Казахстаном на Устюрте в зоне Западного моря, на Возрождении и др.

Четвертое предложение Президента Узбекистана: «необходимо кардинально повысить уровень регионального сотрудничества в вопросах водосбережения, управления и рационального использования трансграничных водных ресурсов». Для этого Президент предложил принять Региональную программу рационального использования водных ресурсов в Центральной Азии.

Следует напомнить, что еще на 63-м заседании МКВК, которое проходило в апреле 2014 года в Ташкенте, водохозяйственные органы стран Центральной Азии начали дискуссию о необходимости программы водосбережения и увязки ее с факторами климатических и иных изменений, а также скоординировать национальные программы водосбережения на региональном или бассейновом уровне. Эта программа должна стать одним из основных направлений деятельности МФСА на ближайшие годы.

В орошаемом земледелии стран Центрально-Азиатского региона происходят изменения, связанные с процессом реструктуризации

сельского и водного хозяйства. Безусловно, они затрагивают и сферу управления водными ресурсами – в части доставки воды потребителям. Здесь существуют проблемы, с которыми столкнулись органы водного хозяйства в странах:

- Возросшее на несколько порядков число самостоятельных водопотребителей;
- Автоматический переход значительной части бывшей внутриводхозяйственной оросительной сети в межхозяйственную-межфермерскую (на уровне АВП);
- Сегодня нет четких инструментов увязки различных уровней водоподдачи с позиции сокращения потерь воды на стыках иерархии (из-за несогласованности требований на воду и водоподдачи, неоперативности информационной увязки);
- Очень низок уровень мониторинга водоподдачи и водоотведения, что привело к снижению достоверности учёта воды. Это также отражается на слабой эффективности экономических механизмов водпользования;
- Изменилась структура посевных площадей (особенно масштабное увеличение площадей озимой пшеницы), что отразилось на режиме орошения;
- Изменения режима орошения отразились на условиях эксплуатации оросительных систем (водоподдача осуществляется без остановки круглый год).

Следует иметь в виду, что оросительные системы и, особенно на массивах, так называемого нового освоения, проектировались исходя из устоявшейся определенной структуры севооборота, т.е. в расчете на определенный расчетный гидромодуль. Нынешнее, зачастую стихийное изменение структуры посевов без учета возможностей пропускной способности оросительной сети, провоцирует снижение водообеспеченности и, как следствие, продуктивности орошаемых земель.

Все указанные проблемы на уровне водоподдачи усугубляются на фоне ограниченных возможностей стран региона по широкомасштабной модернизации магистральных и межхозяйственных оросительных систем.

Низшим звеном в орошаемом земледелии – где происходит использование воды – являются фермерские хозяйства. От того насколько эффективно и продуктивно используется вода на этом уровне и насколько экономически целесообразны затраты воды на производимый урожай в

значительной степени зависит эффективность всего водохозяйственного комплекса орошаемого земледелия.

В этой связи, важен поиск таких решений по повышению эффективности использования оросительной воды на орошение сельхозкультур, которые могли бы дать эффект преимущественно за счет четкого планирования и управления водными ресурсами на внутрихозяйственном уровне. Вместе с тем, необходима оценка целесообразности применения более совершенных способов орошения, таких как капельное, дождевание, внутрпочвенное в тех природно-хозяйственных условиях и при тех составах сельхозкультур, при которых эффект водосбережения может быть проявлен наиболее существенно в процессе применения этих способов.

На уровне использования воды вырисовывается достаточно широкий круг вопросов, которые требуют решения на уровне стран:

- Нужна приемлемая система планирования водораспределения и водопользования на уровне АВП – фермер;
- Требуется уточнение гидромодульного районирования и норм водопотребления сельхозкультур;
- Оптимизация мелиоративных режимов на фоне реального состояния дренажа и техники полива;
- Развитие навыков агротехнических приемов, повышающих плодородие почв;
- Внедрение совершенных способов орошения;
- Повышение материальной заинтересованности водопотребителей в экономии воды – переход от погектарной оплаты за услуги по водоподаче к оплате за услуги из расчета поданного объема воды.

Необходимо иметь в виду, что водосбережение это не только технологический процесс, но в значительной мере институциональный, неразрывно связанный с дальнейшим распространением принципов ИУВР в странах.

Совместная нацеленность стран на решение вышеприведенных проблем приведет к постепенному снижению затрат воды на гектар, на человека, на единицу продукции. Для этого также необходимо в рамках МКВК четкое выполнение графиков попусков и планов распределения, что является важным и необходимым индикатором общности интересов.



Пятое предложение Президента Узбекистана – это развитие эффективной научной кооперации. Президент Узбекистана дословно сказал: «В этой связи считаем важным организовать проведение совместных междисциплинарных исследований, в том числе на площадке научно-информационных центров Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии и Межгосударственной комиссии устойчивого развития».

Можно с уверенностью сказать, что выполнение предложений лидера Узбекистана, озвученных на Саммите выгодно всем государствам и народам Центральной Азии. Однако, это неправильно считать наиболее важным или актуальным какое-то одно или два предложения Президента Узбекистана, а также предложения уважаемых Президентов других стран Центральной Азии, озвученных на Саммите. Именно учет и реализация всех предложений в их взаимодействии сможет реально продвинуть в позитивную сторону ситуацию вокруг Арала и в регионе в целом.

Важным вопросом сегодняшней региональной повестки дня является реформирование системы МФСА. Узбекистан выступает за укрепление данной многосторонней площадки взаимодействия и превращение ее в эффективный орган координации действий стран в вопросах водопользования и устойчивого развития.

Самый важный вопрос в повышении действенности МФСА – это полноценное участие в его работе Кыргызстана. Поэтому внимательно следует проанализировать те вопросы, которые на Саммите поставил Президент Кыргызской Республики. Консенсус и эффективность должны базироваться на умении слышать друг друга и постепенно сближать позиции, поскольку не все вопросы кыргызской стороны имеют однозначные решения.

Сегодня полный консенсус есть по вопросам необходимости разработки правовых документов, регламентирующих проведение заседаний МФСА, порядка отчетности региональных органов Фонда, порядка ротации председательства в региональных институтах, порядка взаимодействия между региональными организациями МФСА и др. Все страны выступают за создание рабочих и экспертных групп под эгидой Исполкома МФСА для постоянного взаимодействия между экспертами и лицами, принимающими решения из всех стран Центральной Азии.

Создание и деятельность таких рабочих групп позволит осуществлять проработку технических вопросов и подготовку рекомендаций, регламентов, процедур и других инструментов «мягкого права» в качестве фундамента для будущих соглашений.

Есть общее понимание о необходимости выработки и внедрения обновлённого подхода к финансированию в рамках МФСА. В этом вопросе профессор Духовный В.А. (НИЦ МКВК) указывает на две возможные альтернативы:

1. Все страны чётко оговаривают размеры своего вклада в МФСА. Далее, специально созданная финансовая структура Фонда, а не ИК МФСА, следит за их взносом, расходованием и контролем использования.

2. Страны определяют строго свои вклады, которые получают утверждение на Правлении Фонда. Расходование будет осуществляться напрямую странами с информированием МФСА.

Как предлагает В.А. Духовный, в обоих вариантах Исполком МФСА должен под контролем Правления взять на себя «информационную» и организационную координацию всех донорских и национальных программ, организовать их совместную экспертизу и утверждение, а также дальнейший мониторинг реализации проектов.

Можно согласиться с предложением Кыргызского Президента, и упразднить Ревизионную комиссию МФСА. Проверку финансовой деятельности Фонда проводить на основе независимого аудита.

Для повышения работоспособности МФСА, как предлагает Президент Казахстана, необходимо определить постоянное местопребывание Исполкома МФСА. Нужно кардинально укрепить ресурсно-технический и кадровый потенциал Исполкома и органов МФСА, обеспечить единое информационное пространство в рамках МФСА и прекратить распыление ограниченных ресурсов на перемещение Исполкома из страны в страну.

Все еще имеются противоречия в позициях стран по структуре МФСА. Так, например, Кыргызстан предлагает вывести из структуры МФСА Межгосударственную координационную водохозяйственную комиссию и Межгосударственную комиссию по устойчивому развитию и их исполнительные органы. Вместо них рассмотреть возможность создания новых органов, обеспечивающих комплексное использование водно-энергетических ресурсов и учитывающих аспекты гидроэнергетики и устойчивого развития.

Предложение Кыргызстана исходит, видимо, из того, что мандат МФСА ограничен лишь решением проблем Арала и Приаралья, а МКВК и МКУР – должны иметь более широкий мандат, обеспечивающий частные приоритеты социально-экономического развития стран и общий баланс интересов на региональном уровне. Однако, как показал Саммит – проблемы Арала и Приаралья неразрывны от проблем общего развития региона.

Поэтому предложение Президента Кыргызстана по поводу МКВК и МКУР получилось «несозвучным» с общим мнением Президентов других стран, выраженным в Коммюнике Саммита от 24 августа 2018 года, что МФСА – в том виде как он есть – является единственной платформой высокого уровня регионального значения. Обе комиссии в составе МФСА обеспечивали до сих пор работоспособность этой платформы сотрудничества на определенном уровне. Ломка существующих и создание вместо них новых структур – процесс болезненный и долгий, а проблемы воды и экологии требуют постоянного внимания и оперативного решения.

Намного проще и безболезненно возможно расширить «профильность» обеих комиссий, оптимизировать регламент их работы, и разработать и внедрить механизмы функционирования с учетом интересов и приоритетов всех без исключения стран Центральной Азии.

Так, Межгосударственную комиссию по устойчивому развитию (МКУР) следует переориентировать в рамках МФСА на достижение целей устойчивого развития 2030.

Как известно, 25 сентября 2015 года государства-члены ООН (в том числе и страны Центральной Азии) приняли «Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». Повестка включает в себя 17 всеобъемлющих и взаимосвязанных целей в области устойчивого развития (ЦУР), которые охватывают 169 задач. В марте 2016 года институтами ООН была определена система из 230 глобальных показателей для мониторинга ЦУР. Ожидается, что страны создадут собственную систему отслеживания на базе регулярного составления статистических данных по 230 показателям ЦУР.

Страны Центральной Азии сегодня находятся только на стадии начала создания такой системы мониторинга приоритетных для себя ЦУР (см. таблицу ниже).

Таблица

**Цели устойчивого развития, определенные странами Центральной Азии  
в качестве национальных приоритетов**

	Цели устойчивого развития	ЦУР, которые определены как				
		Каз	Крг	Тдж	Ткм	Узб
1	Ликвидация нищеты					
2	Продовольственная безопасность, устойчивое сельское хозяйство					
3	Здоровый образ жизни и благополучие			X		
4	Инклюзивное образование, непрерывное	X		X		

	образование					
5	Гендерное равенство, расширение прав и возможностей женщин	X	X	X		
6	Рациональное использование водных ресурсов и санитария	X	X	X	X	X
7	Устойчивые и современные источники энергии	X	X	X		X
8	Всеохватывающий и устойчивый рост, полная занятость		X	X		
9	Прочная инфраструктура и индустриализация, внедрение инноваций	X	X		X	X
10	Снижение уровня неравенства внутри стран и между ними		X	X		
11	«Умные» и устойчивые города					
12	Рациональное потребление и производство		X	X		
13	Борьба с изменением климата и его последствиями	X	X		X	X
14	Рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов	X			X	
15	Рациональное использование экосистем и лесов		X		X	X
16	Построение миролюбивых и открытых обществ в интересах устойчивого развития			X		
17	Глобальное партнерство в интересах устойчивого развития	X	X	X		

Источник: Отчет «Осуществление Целей Устойчивого Развития в регионе СПЕКА». (автор: А. Алжанова, консультант ЕЭК ООН), Душанбе, Таджикистан, 6 декабря 2017 года.

Координацию этого процесса, на мой взгляд, можно возложить на МКУР. При определении индикаторов по целям для стран следует отдельно определить «специфические» индикаторы для зоны Арала и Приаралья.

Межгосударственную координационную водохозяйственную комиссию (МКВК) следует переориентировать на учет консолидированного мнения всех ведомств – энергетики, ирригации и воды. Две главные задачи являются прерогативой МКВК:

1. Межгосударственное вододелиение ресурсов общих рек (Амударьи и Сырдарьи) и оперативное управление режимом стока этих рек - в партнёрстве с энергетиками (что обозначено Кыргызской стороной).

2. Реализация региональных проектов и совместное строительство и эксплуатация водохозяйственных объектов на трансграничных реках.

Пути решения этих задач прозвучали на Саммите. Первое – в выступлении Президента Казахстана Н.Назарбаева – вернуться к идее Водно-энергетического консорциума – в качестве финансового механизма увязки энергетических и водных возможностей и спроса с учетом взаимовыгодных перетоков электричества на коммерческой основе.

Второе – в выступлении Президента Узбекистана Ш. Мирзиёева – о совместном строительстве крупных гидросооружений с использованием механизма соучастия (на основе распределения вкладов и прибыли, затрат и выгод.) В частности, он заявил: «Для решения водно-энергетических проблем предлагаем создать под патронажем МФСА механизм совместного строительства и эксплуатации межгосударственных водохозяйственных сооружений, в том числе водохранилищ и гидроэлектростанций на основе государственно-частного партнерства».

Таким образом, понятно, что нужна не ликвидация МКВК и МКУР в составе МФСА, а выработка и внедрение нового подхода к взаимодействию с ключевыми заинтересованными секторами. Нужно укрепление авторитета МКВК и налаживание взаимодействия водохозяйственного и энергетического секторов, а также улучшение взаимодействия органов МКВК с гидрометслужбами стран Центральной Азии.

Следует наладить взаимодействие между МКВК и МКУР по совместной разработке мероприятий, направленных на улучшение экологического состояния водных объектов (верхние водосборы, водоемы, дельты, заповедные водные угодья, зона Приаралья, Айдар-Арнасайская система озёр и др.).

В целях обеспечения оперативного управления и прозрачности учета воды нужно вернуться к реализации специальной программы по повсеместному внедрению автоматизации и системы SCADA (программно-аппаратный комплекс сбора данных и диспетчерского контроля) на реках и магистральных каналах межгосударственного значения.

Предлагается усиление и развитие информационно-аналитического потенциала МФСА, как составляющей платформы регионального сотрудничества (консультации, механизмы поиска компромиссов, согласование приоритетов, принципов и механизмов координации совместного использования водных ресурсов, совместное целевое планирование и др.).

## Водное сотрудничество стран Центральной Азии

Кипшакбаев Н.<sup>1</sup>, Елюбаева М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казахский филиал Научно-информационного центра МКВК

<sup>2</sup> Казахский национальный аграрный университет

В 2017 году страны Центральной Азии отметили 25-летие водного сотрудничества в бассейне Аральского моря – отсчитывая от подписанного 18 февраля 1992 года межгосударственного Соглашения «О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников».

Актуальность и жизненная важность этих решений в первые годы независимости стран Центральной Азии заключались:

- в достижении совместного управления водными ресурсами трансграничных рек;
- в обеспечении сохранения оптимально-необходимых параметров экосистем и биоразнообразия;
- в повсеместном наведении порядка в области рационального использования водных ресурсов и водосбережения.

Правительствами стран Центральной Азии и межгосударственными органами МФСА – Исполнительным комитетом, МКВК и МКУР – и это необходимо признать, за 25 лет проведены значительные работы.

Главным результатом, на наш взгляд, является сохранение этих институциональных органов и межгосударственного водного сотрудничества.

Создание МКВК и ее деятельность в 1992-1995 гг. способствовали активизации усилий по тесному водному сотрудничеству стран Центральной Азии по трансграничным бассейнам и по преодолению экологического кризиса, а также привлечению внимания мирового сообщества к этой сложной проблеме.

Дальнейшим шагом на пути регионального сотрудничества стало образование Международного Фонда спасения Арала.

МФСА сразу приступил к разработке национальных и региональной стратегии по использованию и охране вод трансграничных рек и плана совместных действий по разработке региональных проектов и программ по улучшению и углублению сотрудничества в бассейне Аральского моря. В январе 1994 года, на конференции Глав государств Центральной Азии, принята «Программа конкретных действий по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря на ближайшие 3-5 лет».

В этом исторически важном документе были предусмотрены конкретные шаги по становлению и развитию трансграничного сотрудничества и меры по решению водохозяйственных, социально-экономических и экологических проблем.

Республика Казахстан практически работает по реализации принятых проектов Соглашения 1992 г. до настоящего времени.

Актуальность и необходимость предусмотренных к реализации проектов по решению проблемы Аральского моря (Северной части) сегодня является бесспорным: восстановлена северная часть Аральского моря; прекращена деградация дельты; упорядочено водопользование и усовершенствована система управления водными ресурсами.



**Северное Аральское море**



**Кокаральская плотина**



**Гидроузел Айтек**



**Аклакская плотина**

Каждый объект из перечисленных инженерно-технических мер имеет свою конкретную функцию по решению Аральской проблемы.



Основные недостатки в водном сотрудничестве стран Центральной Азии:

- Республиканские водохозяйственные органы стран Центральной Азии, призванные заниматься водными вопросами (кроме Республики Узбекистан), не являются межведомственными координационными органами по регулированию, использованию и охране водных ресурсов;
- Региональные (межгосударственные) институты не выполняют в полном объеме свои функции, работают, как правило, самостоятельно, разрознено, их деятельность никем не координируется;
- Отсутствует общая координация выполнения региональных проблем и проектов, утвержденных Главами государств Центральной Азии;
- Разработка региональных проектов по решению актуальных проблем по водному сотрудничеству приостановилась;
- Вместо приближения по водному сотрудничеству имеет место отход, перестали слушать и слышать друг друга.

В такой обстановке, нам необходимо найти оптимальный выход из этой сложной ситуации.

Следует отметить, что события последних месяцев вселяют определенный оптимизм.

Так, 30 января 2018 года в Ашхабаде состоялось заседание членов Правления МФСА (на уровне зам. премьеров 4 стран), которые приняли решение начать разработку ПБАМ-4.

24 августа 2018 года в Туркменбаши, впервые за последние 9 лет, состоялось заседание Совета Глав государств-учредителей Международного Фонда спасения Арала, в котором приняли участие все Президенты.

Главы государств в атмосфере дружбы и взаимопонимания обсудили широкий круг вопросов сотрудничества по дальнейшему улучшению водохозяйственной, экологической и социально-экономической обстановки в бассейне Аральского моря, а также отметили весомый вклад МФСА в этой области за 25 лет его существования.

Президенты подчеркнули необходимость дальнейшего развития и укрепления отношений равноправного и взаимовыгодного сотрудничества

в сфере использования и охраны межгосударственных водотоков в духе многовековой дружбы народов, имеющих глубокие исторические корни, общность культуры, обычаи и традиции.

Все договоренности и решения отмечены в принятом совместном Коммюнике.

Таким образом, водное сотрудничество в регионе продолжает развиваться.

## **Водосбережение и совместные действия стран Центральной Азии по рациональному использованию воды, внедрение нормативного использования природных ресурсов в качестве главного инструмента взаимодействия**

**Пулатов Я.Э.<sup>1</sup>, Пулатова Ш.С.<sup>2</sup>, Пулатов Ш.Я.<sup>3</sup>**

**1 Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Академии наук Республики Таджикистан**

**2 Институт земледелия Таджикской Академии  
сельскохозяйственных наук**

**3 Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемура**

В настоящее время из-за бессистемного, нескоординированного и не интегрированного подхода к планированию и управлению водными ресурсами прослеживаются межотраслевые трения и конфликты. Это между ирригацией и гидроэнергетикой, экологией и экономикой, управлением и руководством, низовьем и верховьем, обществом и природой, спросом и предложением и т.д.

В последние годы во всем мире, особенно в условиях аридного климата стран Центральной Азии, основное внимание отводится водосбережению и рациональному использованию водных ресурсов с ориентацией на повышение продуктивности использования воды. Об этом свидетельствуют следующие факты:

- Во всех национальных водных стратегиях, концепциях и программах стран Центральной Азии, водосбережение и рациональное использование водных ресурсов рассматриваются как основной национальный приоритет;
- Придание значения воде, это празднование 22-марта – как международного дня водных ресурсов, а также организация Национальных праздников, наподобие, «Капля воды – крупица золота» (Туркменистан), «Вода – основа жизни» и другие мероприятия;
- Одним из основных принципов перехода к интегрированному управлению водными ресурсами (ИУВР) является применение

«водосбережение, рациональное использование воды, бережное отношение к водным ресурсам»;

- «Парижское соглашение», принятое 12 декабря 2015 года на 21-й сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Париже, предусматривает вопросы «водосбережения и рационального использования водных ресурсов» как адаптационные меры к климатическим изменениям;
- В программных задачах Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 гг.» (Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 21 декабря 2016 года, 71/222, 71-я сессия) особое место отводится водосбережению;
- «Цели в области устойчивого развития» (70-я сессия Генассамблеи ООН от 25 сентября 2015 г. были приняты Цели устойчивого развития (ЦУР). Вступило в силу по истечению действия Целей Развития Тысячелетия, то есть с 1 января 2016 года. Всего определены 17 целей устойчивого развития со 169 целевыми показателями. Решение целей и задач ЦУР-2, 6, 13 и 17 непосредственно связаны с рациональным использованием водных ресурсов. ЦУР-2: «Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности, улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства». ЦУР 6: «Обеспечение наличия и рациональное использование водных ресурсов и санитарии для всех».

В настоящее время наши земельные ресурсы, запасы воды, леса и биологическое разнообразие стремительными темпами истощаются и быстро деградируют. Климатические изменения оказывают все более мощное давление на ресурсы, от которых мы зависим. Сельское хозяйство является крупнейшим работодателем в наших странах (до 70 % населения живёт в сельской местности). Это самый большой источник дохода и рабочих мест для бедных сельских домохозяйств. Оно обеспечивает до 30 % ВВП стран, и до 90 % производства продукции сельского хозяйства получают от орошаемого земледелия, при этом до 90 % водных ресурсов используются в этом секторе экономики, т.е. сельское хозяйства в странах Центральной Азии является самым крупным водопотребителем.

Согласно оценке экспертов, засуха поражает некоторые из беднейших стран мира, еще более ухудшая положение в области голода и недоедания. К 2050 году почти каждый четвертый житель планеты будет, скорее всего, жить в стране, испытывающей хроническую или периодическую нехватку

пресной воды. Примерно 70 процентов воды, извлекаемой из рек, озер и водоносных горизонтов, используется для орошения [1, 4].

Анализ состояния управления и использования водных ресурсов показывает, что в некоторых регионах не рациональное использование водно-земельных ресурсов привели к: дефициту воды; снижению урожайности сельскохозяйственных культур; ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель; повышению минерализации поверхностных и подземных вод; засолению почв. Это стало причиной возникновения экологических проблем: высыханию водных объектов; деградации ледников; опустыниванию и деградации земель; изменению флоры и фауны; стихийным бедствиям, связанными с водными факторами. Не рациональное использование водно-земельных ресурсов отрицательно повлияли на социальное положение: падение уровня жизни населения; ухудшение состояния здоровья населения; ухудшение качества питьевой воды. Также к основным вызовам, факторам и существующим проблемам сегодня можно отнести:

- Рост численности населения (до 2,5%);
- Климатические изменения;
- Ослабление экономики;
- Ухудшение состояния инфраструктуры ирригационно-мелиоративной сети. физический и моральный износ зданий, ГТС и объектов отрасли (50-60%), устаревшая ирригационная система, острая нехватка поливной техники, машин и механизмов;
- Традиционный подход к управлению водными ресурсами и водопользованию привел к конфликту интересов на разных уровнях использования водных ресурсов, усилил противоположность «спроса» и «предложения» на воду;
- Недостаточное финансирование отрасли, низкий уровень собираемости оплаты за услуги водоподачи. Перевод системы на принцип самоокупаемости, несовершенство экономических механизмов, регулирующих отношение между водопоставщиками и водопользователями;
- Слабая экономическая и техническая поддержка для перехода к принципам ИУВР;
- В результате реорганизации сельскохозяйственных предприятий и организаций ГТС (оросительная, коллекторно-дренажная сеть, насосные станции) остались бесхозными;

- Большие непроизводительные потери воды за счет организационных факторов;
- Низкая продуктивность воды из-за отсутствия стимулов водосбережения;
- Недостовверная отчетность перед водопотребителями;
- Недоучет, а иногда игнорирование экологических и природоохранных требований;
- Необеспеченность отрасли высококвалифицированными кадрами;

Такое положение с каждым годом усугубляет водную проблему в регионе. В то же время, всё это указывает на имеющийся огромный потенциал для развития и альтернативой могут стать разработки и внедрение новых научно-обоснованных рекомендаций, конструктивных действий, практических шагов и совместных усилий в регионе.

Следовательно, водохозяйственный комплекс, особенно сектор мелиорации и ирригации является одним из важных секторов, который способствует достижению Целей Устойчивого Развития, в том числе продовольственной безопасности, занятости населения в сельском хозяйстве и в целом социально – экономическому развитию стран Центральной Азии.

Таким образом, в условиях дефицита водных ресурсов и установленного лимита на воду, требуется рациональное использование оросительной воды путем усовершенствования принципов почвенно-мелиоративного и гидромодульного районирования, разработки и внедрения научно-обоснованных режимов орошения и установления водопотребления сельскохозяйственных культур, применения прогрессивных водосберегающих технологий орошения, улучшения мелиоративного состояния земель, внедрения «зелёных технологий» в ирригации, интегрированного управления водными ресурсами на национальном и региональном уровнях, строительство водохранилищ, повышение КПД водопроводящих систем, обеспечение безопасности гидротехнических сооружений, особенно регионального значения, а также разработка и внедрение новых, прогрессивных способов техники и технологии орошения, и их оптимизации, обеспечивающих повышение урожайности, увеличение выхода продукции с поливного гектара и введение в оборот новых орошаемых земель, что имеет важное значение на национальном и региональном уровнях [1–3].

Результаты сопоставительного анализа различных методов получения дополнительного 1000 м<sup>3</sup> воды, показали, что водосберегающие

технологии орошения сельскохозяйственных культур ( $3\pm 2$  долл. США) является экономически выгодным и имеют преимущества, перед методом «опреснение минерализованных вод ( $1000\pm 250$  долл. США)», «реабилитация гидромелиоративных систем ( $800\pm 100$ )», «территориальное перераспределение ( $750\pm 20$ )», «очистка сточных вод ( $120\pm 20$ )» и «регулирование водохранилищ ( $70\pm 20$  долл. США)».

Однозначно, в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов в бассейне Центральной Азии необходимо разработать и внедрять прогрессивные ресурсосберегающие технологии орошения сельскохозяйственных культур, которые направлены на экономию воды, повышение продуктивности орошаемых земель и обеспечение их эколого-мелиоративного состояния [2, 3].

Наиболее распространенным видом поверхностного способа орошения является полив по бороздам. Но сам процесс полива очень сложен, трудоемок и не обеспечивает высокую эффективность использования воды. Коэффициент полезного действия техники при бороздковом поливе в среднем составляет  $0,4\dots 0,5$ . В системе мероприятий по экономии поливной воды, особенно в маловодный период, значительное место занимает уменьшение потерь воды при поливе в результате правильного назначения элементов техники полива и организации его проведения.

Разработанные и испытанные нами водосберегающие технологии полива сельскохозяйственных культур в зависимости от экономических показателей применимости разделяются на 3 группы:

#### 1. Водосберегающие технологии, требующие малые затраты.

- соблюдение рекомендованных оптимальных режимов орошения и оптимальных элементов техники бороздкового полива;
- применение микроборозды;
- поливы по ступенчато-повышаемому коэффициенту фильтрации;
- поливы по коротким бороздам;
- поливы с переменными струями.
- применение субирригации;
- использование маловлагоёмных, засухоустойчивых сортов с/х культур;
- глубокое рыхление с оборотом пласта;
- применение люцерновых севооборотов

- создание искусственных экранов;
- применение гидрогелей и полимеров

## 2. Водосберегающие технологии, требующие больших затрат:

- капельное орошение;
- дождевание, синхронно-импульсное дождевание;
- подпочвенное и внутripочвенное орошение;
- различные виды микроорошения.

## 3. Водосберегающие технологии, не требующие затрат:

- субъективные и организационные факторы;
- правильное соблюдение агорекомендаций по технологии возделывания сельскохозяйственных культур;
- высокая культура ведения земледелия и отношение к воде.

Все разработанные и апробированные нами методы водо-и энергесберегающие технологии, а также передовой опыт направлен на уменьшение оросительной нормы, поверхностного сброса, глубинной инфильтрации, не допущения размыва и заиления, равномерного увлажнения корнеобитаемой зоны растений по всему полю, экономии воды, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, сокращению затрат труда на их возделывание, улучшению почвенно-мелиоративного состояния орошаемых земель. Например, результаты проведенных нами многолетних исследований (1994-2015гг) по применению капельного орошения сельскохозяйственных культур (хлопчатник, пшеница, кукуруза, сады, виноградники, овощные культуры) в условиях Таджикистана показали, что при капельном орошении урожайность повышается в 1,5...4 раза, экономия воды по сравнению с бороздковым способом полива достигает около 60%. При этом обеспечивается высокая эффективность использования водно-земельных ресурсов.

В основе водопользования лежат параметры водопотребления и режимы орошения сельскохозяйственных культур и это в свою очередь определяет лимиты и значения нормативного использования водных ресурсов в процессе вододеления.



При изучении водопотребления и назначении режимов орошения сельскохозяйственных культур в регионе Центральной Азии применялись практически все известные в настоящее время методы: водного баланса орошаемого поля; радиационного баланса; лизиметрические исследования.

В 1969 году под руководством В.Р.Шредера был обобщен обширный материал десятков научно-исследовательских организаций и нескольких сотен многолетних опытов и разработаны «Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи». Эти нормы были приняты бывшим Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР в качестве основополагающих для проектных работ на массивах нового освоения и широко использовались в 1969-1980 гг. проектными институтами региона при решении вопросов, связанных с управлением водными ресурсами бассейна Аральского моря.

В основу расчетной формулы для установления оросительной нормы вегетационного периода сельскохозяйственных культур в этой методике была заложена эмпирически определенная зависимость ее от дефицита влаги вегетационного периода:

$$M_b = K_1 \times K_2 \times D \quad (1)$$

где,  $M_b$  - оросительная норма - брутто вегетационного периода [мм];

$D$  - дефицит влаги за период апрель-сентябрь ( $D = E_o - P$ ) [мм];

$K_1$  - коэффициент, зависящий от вида возделываемых сельхозкультур (при поливе по бороздам), принимаемый по III-му гидромодульному району;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий (обеспечивающий переход от III-го гидромодульного района к условиям других гидромодульных районов).

Недостатком такого подхода являлось: отсутствие составляющим процесс полива величин (поверхностный сброс, глубинная фильтрация, подпитка из грунтовых вод и испарение в процессе полива); отсутствие учета повышенной минерализации вод на оросительную норму.

Далее В.Р. Шредером и его учениками, была предложена более усовершенствованная формула, частично учитывающая принцип независимого определения составляющих оросительной нормы:

$$M_b = K_1 \times K_2 \times K_3 \times ET_{(cotton)} + R - G_e - P \quad (2)$$

где, **M** - оросительная норма - брутто вегетационного периода [мм];

**K<sub>1</sub>** - коэффициент, учитывающий влияние водно-физических свойств почвогрунтов (песок – 1.10; супесь - 1.07; суглинки (пылеватые) легкие и средние - 1.00; суглинки тяжелые -0.86; глины и резкослоистые с наличием глин - 0.75);

**K<sub>2</sub>** - коэффициент, учитывающий глубинное просачивание (при глубоких грунтовых водах) или дренажный сток (при близких грунтовых водах);

**K<sub>3</sub>** - коэффициент, учитывающий вид возделываемой сельхозкультуры (при поливе по бороздам);

**ET<sub>(cotton)</sub>** - водопотребление хлопчатника в условиях почв, представленных легкими и средними суглинками при глубине залегания грунтовых вод порядка 3 м [мм] при расчете среднемесячного водопотребления по формуле:

$$ET_{(cotton)} = (E_o)^{1.58} / 31.62 \quad (3)$$

**G<sub>e</sub>** - капиллярная подпитка корнеобитаемой зоны из грунтовых вод [мм];

**R** - поверхностный сброс [мм];

Это рекомендация была представлена в «Методике расчета норм водопотребности сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи» (1979,1984) и апробирована в разработанных региональным проектным институтом «Средазгипроводхлопок» Схемах Комплексного Использования и Охраны Водных Ресурсов бассейнов рек Амударьи (1983,1989), Сырдарьи (1987) и Аральского моря (1990).

Для выработки единого регионального методического подхода при определении оросительных норм в 1990 г. Институтом «Средазгипроводхлопок» (Г. Хасанханова) была разработана «Методика расчета биологических оптимальных норм водопотребности сельскохозяйственных культур в Среднеазиатском регионе», в разработке которой принимали участие ученые стран Центральной Азии (от Казахстана - Р.Кван; от Киргизии – Р.Горбачева; от Таджикистана - Х.Доммуладжанов; от Туркменистана - О.Реджепов, З.Заманмурад; от Узбекистана - Н.Беспалов, Н.Малабаев).

В основу расчетов была положена формула (1). В.Р. Шредера. Новым явилось то, что нормы, рассчитывались в зависимости от обеспеченности дефицита водопотребления – «D» ( $p = 25, 50, 75, 95 \%$ ). Это объясняется тем, что в специфических условиях бассейна Аральского моря водопотребление сельхозкультур, а следовательно и оросительная норма зависят в основном от испаряющей способности приземных слоев атмосферы т.е. от дефицита водопотребления, являющегося функцией температуры и относительной влажности воздуха и атмосферных осадков.

Недостатками этого подхода являются недоучет затрат воды на поддержание оптимального водно-солевого режима почв и отсутствие учета изменений температуры и относительной влажности воздуха в зависимости от степени (года) освоенности территорий.

Анализ методов определения водопотребления на национальном уровне показывает следующее:

### Казахстан

«Оросительные нормы сельскохозяйственных культур в Казахстане» (1981,1989) разработаны Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства (КазНИИВХ) Требования на воду устанавливаются для 5 уровней водопотребления в зависимости от водности года - 5, 25, 50, 75 и 95% обеспеченности. При расчете оросительных норм вегетационного периода для земель с благоприятными для сельхозкультур гидрогеологическими и почвенно-мелиоративными условиям применяется формула вида:

$$M_n = ET_{crop} - (S_n + P_v) \quad (4)$$

где:  $ET_{crop}$  - водопотребление сельхозкультуры [мм];

$S_n$  - запас продуктивной влаги в начале вегетации [мм];

$$S_n = \mu \times \Sigma P_w \quad (5)$$

где,  $\mu$  - коэффициент накопления и сохранения в почве осенне-зимних осадков;

$\Sigma P_w$  - сумма осенне-зимних атмосферных осадков [мм].

$P_v$  - атмосферные осадки вегетационного периода, [мм].

Однако, Р.А.Кван (КазНИИВХ) считает эффективными все количество атмосферных осадков выпадающих в течение вегетационного периода.

Недостатками этого подхода являются: расчет оросительных норм приводятся для среднемноголетних значений; невозможно рассчитать реальные режимы орошения; отсутствие связи потери урожая от водоподачи в разрезе фазы развития растений.

### Кыргызстан

Биологически оптимальные оросительные нормы сельскохозяйственных культур устанавливаются на основе следующих зависимостей:

$$I_n = ET_{crop} - (S_n + P_{ef} + G_e) \quad (6)$$

где  $ET_{crop}$  - оптимальное водопотребление сельхозкультуры [мм];

$$ET_{crop} = E_o \times K_c \quad (7)$$

$E_o$  - эталонная эвапотранспирация, определяемая по формуле 2.5 [мм];

$K_c$  - биологический коэффициент сельхозкультуры, соответствующий заданному уровню урожайности;

$W_n$  - запас продуктивной влаги на начало расчетного периода [мм];

$W_n'$  - запас продуктивной влаги на начало вегетации [мм];

$$W_n' = \mu \times \Sigma P_w \leq W_{fc} \quad (8)$$

$\Sigma P_w$  - сумма осенне-зимних атмосферных осадков [мм];

$\mu$  - коэффициент накопления и сохранения в почве к началу вегетации осенне-зимних осадков, ( $\mu = 0.30 - 0.40$ );

$P_{ef}$  - эффективные атмосферные осадки [мм].

$$P_{ef} = \alpha \times P_v$$

$\alpha$  - коэффициент использования атмосферных осадков, выпавших в течение вегетационного периода ( $\alpha = 0.80$ );

$P_v$  - атмосферные осадки вегетационного периода [мм].

$G_e$  - капиллярная подпитка из грунтовых вод [мм];

Недостатками такого методического подхода являются: недоучет расхода воды на поддержание необходимого мелиоративного режима; при таком подходе не возможно рассчитать нормы орошения при применении новых способов полива; результаты расчета суммарного водопотребления по данной формуле дают примерные значения.

### Таджикистан

В Таджикистане используются «Режимы орошения сельскохозяйственных культур» (Х.Д. Доммулоджанов, 1988). За основу расчета оросительных норм вегетационного периода принята формула В.Р. Шредера (формула 1.) с введением в нее дополнительного коэффициента « $K_3$ », учитывающего потери оросительной воды на поле при поливах.

$$M_b = (K_1 \times K_2 \times D) \div K_3 \quad (9)$$

где,  $M_b$  - оросительная норма - брутто вегетационного периода [мм] ;

$D$  - дефицит влаги за период апрель-сентябрь ( $D = E_o' - P$ ) [мм] ;

$K_1$  - коэффициент, зависящий от вида возделываемых сельхозкультур (при поливе по бороздам), принимаемый по III – ему гидромодульному району;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий (обеспечивающий переход от III – его гидромодульного района к условиям других гидромодульных районов).

$K_3$  - коэффициент, учитывающий потери воды на поле.

## Туркменистан

В Туркменистане применяются «Поливные режимы сельскохозяйственных культур»(1989). За основу расчета оросительных норм вегетационного периода принята формула В.Р.Шредера как и в Таджикистане (формула 1).

## Узбекистан

В качестве единой региональной методики в 1995 году Институт «Средазгипроводхлопок» (ныне «Узгипромелиоводхоз») для расчета оросительной нормы рекомендовал использовать формулу:

$$M_b = ET_{crop} - (G_e + P_{ef} + W_b) \quad (10)$$

где,  $ET_{crop}$  - водопотребление сельскохозяйственных культур, [мм]

$G_e$  - капиллярная подпитка корнеобитаемой зоны из грунтовых вод, [мм]

$P_{ef}$  - эффективные атмосферные осадки, [мм]

$W_b$  - активные влагозапасы в почве на начало расчетного периода, [мм]

В середине 1980-х годов в практике эксплуатационных организаций водного хозяйства Узбекистана при составлении планов водопользования используется методика, разработанная под руководством Н.Ф.Беспалова (СоюзНИХИ). Эта методика основывается на формуле В.Р.Шредера и была принята также Таджикистаном и Туркменистаном.

Недостатками предложенной на этой основе действующих режимов орошения сельскохозяйственных культур и планов водопользования являются: недоучет динамики солевого режима, невозможность разделения оросительной нормы на составляющие.

## Методика ФАО «CROPWAT»

В настоящее время широко адаптируется и применяется методика ФАО и суммарное испарение (эвапотранспирация) сельскохозяйственных культур определяется по следующему выражению:

$$ET_{crop} = K_0 K_c ET \quad (11)$$

где:  $E_T$  - потенциальная эвапотранспирация,

$K_c$  - коэффициент культуры,

$K_0$  - микроклиматический коэффициент,

$K_c E_T$  - эвапотранспирация культуры получена по программе CROPWAT (метод Пенмана-Монтейта) с применением местных коэффициентов водопотребления культуры.

Микроклиматический коэффициент  $K_0$ , характеризующий возможное изменение микроклимата на сельскохозяйственном поле под влиянием орошения (снижение температуры воздуха и скорости ветра, повышение влажности воздуха) носит зональный характер и зависит от обеспеченности региона теплом и влагой; в течение вегетации изменяется в пределах 1,0-0,75.

Сопоставительный анализ местных методов с методикой ФАО показал на существование больших отклонений между ними. Значительные расхождения в поливных нормах по некоторым метеостанциям при сравнении методики ФАО с местной, могут быть вызваны неверными назначениями сроков и норм поливов по методике ФАО, а также неверно взятыми коэффициентами  $K_{crop}$ , определение которых требует особых исследований. Немаловажным фактором при сравнительной оценке считается учет равнозначного уровня урожайности сельскохозяйственных культур.

### **Предлагаемые подходы к методике определения эвапотранспирации и оросительных норм сельскохозяйственных культур**

Существующие методы планирования и управления водными ресурсами базируются на методах и принципах, разработанных в советское время и утвержденных Минводхозом и Минсельхозом СССР. К стати эти принципы до сих пор действуют. При разработке региональной водной стратегии сохраняются и применяются прежние методы и лимитов по водозабору между странами Центральной Азии.

С целью рационального и высокоэффективного использования водных ресурсов в орошаемой земледелии, нами на основе комплексных и последовательных научно-исследовательских работ за последние годы выявлены недостатки существующей методики расчета эвапотранспирации и оросительных норм сельскохозяйственных культур:

- Определение испаряемости по формуле Иванова с поправочным коэффициентом - 0,8 Молчанова ( $E = 0,0018 (t+25)^2 (100 - \gamma) \times 0,8$ ), но здесь не учитывается вертикальная зональность орошаемой территории;
- В расчетах испаряемости относительная влажность воздуха принята постоянно 45 %. Необходимо принять фактическое значение в соответствии с показателями местной метеостанции;
- Формула В.Р.Шредера и Н.А.Иванова приемлема для равнинной и пустынной зоны. В условиях предгорной и горной зоны дают большие погрешности;
- Дефицит водного баланса (ДВБ) должен определяться для всех сельскохозяйственных культур не на стандартный период апрель-сентябрь, а за вегетационный период каждой культуры.
- При расчете дефицита водного баланса ( $ДВБ = E - O$ ) не учитывается эффективная часть атмосферных осадков, а принятие коэффициента  $\mu$  равной 1, дает большие погрешности. Это требует учета и установления коэффициента использования (эффективности) атмосферных осадков по почвенно-климатическим зонам;
- При расчетах не учитывается ветровой режим, а также сумма световых часов;

Предлагается формула расчета оросительной нормы, учитывающая вертикальную зональность орошаемой территории:

$$M_{бр} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 (E - O) K_v$$

где:  $K_v$  - зональный или высотный коэффициент, равной  $K = 760/\rho$ ,  
 $\rho$  - барометрическое давление местности.

Результаты сопоставительных оценок показали, что достоверность и приемлемость этой формулы доказана сериями проведенных экспериментов в различных почвенно-климатических условиях Республики Таджикистан.



## Заключение

- Необходимость дальнейшего развития орошения определяет необходимость проведения анализа и оценки влияния способов, техники полива, водопотребления и режимов орошения сельскохозяйственных культур на продуктивность и почвенно-мелиоративное состояние орошаемых земель, экологическую безопасность агроландшафтов и экономическую эффективность орошения.
- Низкий КПД оросительных систем, огромные потери воды на полях, низкая эффективность и достоверность регионального учета воды, слабоэффективная система управления водой на различных уровнях, отсутствие экономических механизмов управления при дефиците водных ресурсов с каждым годом усугубляют водную проблему в регионе.
- Водная безопасность является ключом к решению продовольственной проблемы. В этом плане заслуживает внимания новая концепция по управлению водными ресурсами в сельском хозяйстве под названием «Как справиться с дефицитом водных ресурсов: системные меры для ведения сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности», предложенной ФАО [5].
- Необходимо разработать региональную стратегию широкого внедрения водосберегающих технологий поливов и планирование строительства мощностей для производства водосберегающих технологий.
- Необходимо повысить КПД оросительных каналов путем облицовки ложа каналов, особенно в зонах высокой фильтрации воды;
- Необходимо применять дифференцированные и стимулирующие к водосбережению тарифы водоподачи хозяйствам;
- Учитывая сложности проблем, разносторонности и континентальности природных условий Центрально-Азиатского региона, а также различного методологического подхода при корректировке норм водопотребления сельхозкультур, необходимо иметь фактический достоверный материал, полученный в результате научно-исследовательских работ.
- Для объективной оценки и адаптации программы CROPWAT (методика ФАО) необходима закладка опытов и дополнительных

исследований на репрезентативных участках во всех странах и проведения их с единым подходом во времени и пространстве.

- Учитывая, что существующие методические подходы к определению водопотребления и режимов орошения сельскохозяйственных культур, разработанные 1980-е годы прошлого столетия и происшедшие за этот период существенные изменения в системе орошаемого земледелия, необходимо по всем республикам Центральной Азии принять единую методику и в соответствии с этим пересмотреть режимы орошения и нормы водопотребления в регионе.
- Создать национальные демонстрационные пилотные проекты, наращивать потенциал кадров и создать информационную систему по внедрению водосберегающих технологий и лучших практик рационального использования водных ресурсов.
- Стимулировать интенсификацию сельскохозяйственного производства и применение новых технологий выращивания сельскохозяйственных культур.
- Постепенный переход на планирование водопользования исходя из показателя расхода воды на единицу продукции.
- В целях поднятия производительности труда в орошаемом земледелии необходимо широкомасштабное внедрение высокоинтенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, применение средств механизации и автоматизации бороздкового полива, создание соответствующей производственной базы, внедрение капельного орошения, дождевания, в условиях как открытого так и закрытого грунта.
- Реализацию политики водосбережения следует начинать с внедрения технологий требующих небольших затрат. К капиталоемким формам водосбережения следует переходить по мере увеличения финансовой способности водопользователей и государства.
- Необходимо вовлечь в борьбу за экономию воды самые широкие слои населения региона.

#### **Использованная литература**

1. Концепция по рациональному использованию и охране водных ресурсов в Республики Таджикистан. Изд. «Дониш». - Душанбе, 2002. -65 с.
2. Пулатов Я.Э., Рациональное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве //Вестник «Таджикистан и современный мир». - Душанбе, -2008, №3(18). - С.36-44.

3. Пулатов Я.Э., Пулатова Ш.С. и др. Рекомендации по применению капельного орошения сельскохозяйственных культур. -Душанбе, 2014, 96с.

4. Программа развития водного сектора Таджикистана на 2010-2025 годы, ММиВР РТ, Душанбе, 2009.

5. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (FAO), 2012. <http://agro2b.ru/ru/news/4649-Vodnaya-bezopasnost-klyuch-resheniyu-prodovolstvennoj-problemy.html>

## **Состояние малых рек Молдовы как угроза водной безопасности в условиях изменения климата**

**Коробов Р.М., Тромбицкий И.Д., Сыродоев Г.Н.**

**Международная ассоциация хранителей реки Эко-Тирас  
Молдова**

### **Вступление**

Малые реки, или реки с длиной русла от 10 до 100 км, играют немалую роль в формировании водных ресурсов, будучи в основном притоками рек более высокого порядка и тем самым внося свой вклад в формирование, как местного стока, так и стока крупной реки. В частности, гидрографическая сеть Молдовы насчитывает 126 таких рек.

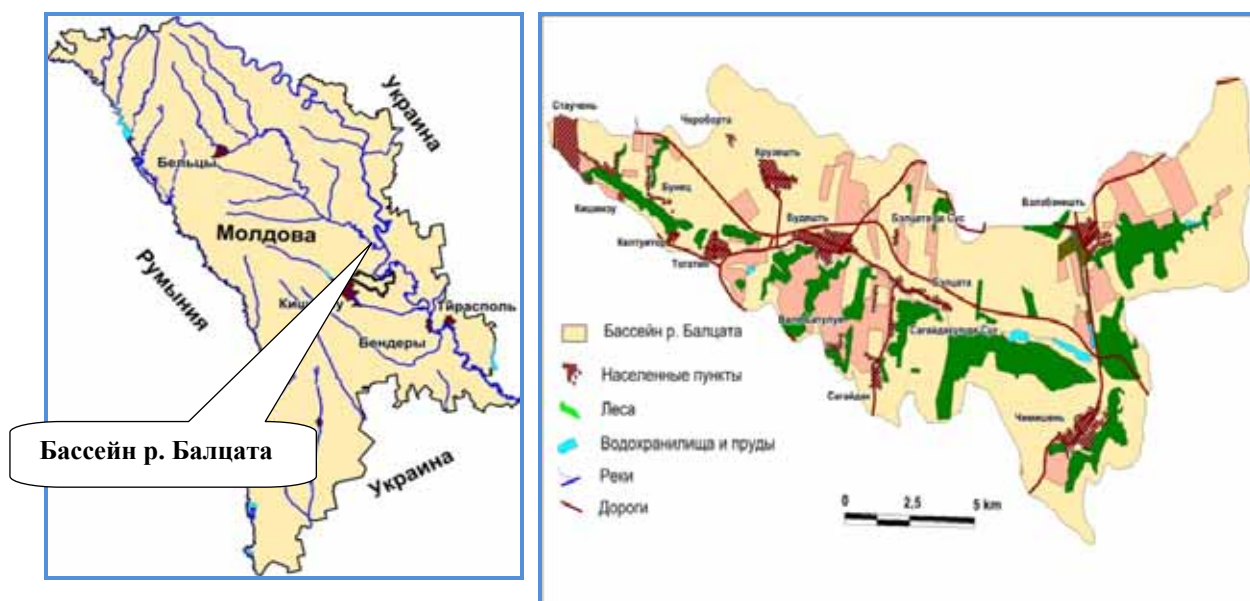
К сожалению, обстановка на малых реках страны остается неблагоприятной и не только вследствие их маловодности; в большинстве своем они загрязняются, трансформируются и высыхают, подчас находясь на грани полного исчезновения. Главной причиной такого положения в основном является незаконное создание в их бассейнах искусственных водоемов и большого количества источников загрязнения от близлежащих населенных пунктов, которые сбрасывают свои хозяйственные отходы, как в постоянные, так и во временные водотоки в условиях плохой работы существующих очистных сооружений, а также неустойчивое землепользование. Проблема усугубляется и тем, что во многих случаях водозабор из природных водоемов арендаторами земель, будь то на личные нужды или на создание искусственных прудов, зачастую осуществляется незаконно, без соответствующего разрешения и наличия проектной документации. Тем самым, изменяются русла малых рек, они лишаются своих истоков и притоков, а вода в них либо испаряется, либо уходит на другую глубину. Преобладание испарения над осадками, особенно в условиях дальнейшего потепления климата, в сочетании с интенсивным загрязнением и отсутствием водоохраных полос, ведет к высыханию малых рек, что серьезно сказывается на общем состоянии экосистем республики и делает большинство малых рек непригодными для любого вида водопотребления.

Для того, чтобы лучше понять последствия климатических и антропогенных воздействий на поверхностный сток водосборов бассейнов

малых рек и с учетом полученных знаний разработать адекватные ответы на возникающие проблемы и вызовы, а также принять обоснованные решения по их адаптации к новым климатическим условиям, было проведено ряд специальных исследований, одно из которых, выполненных в бассейне р. Балцата – достаточно типичной малой реки Молдовы – послужило основой для настоящей публикации.

### Краткая физико-географическая справка о бассейне реки Балцата

Река Балцата является одним из правых притоков Днестра (рис. 1). Площадь бассейна реки составляет 153,9 км<sup>2</sup>, протяженность с северо-запада на юго-восток – 27,5 км, а ширина – 7,7 км.



**Рис. 1. Бассейн р. Балцата на карте Молдовы и карта землепользования в бассейне**

Большая часть бассейна расположена в пределах степной зоны; меньшая, северо-западная – в лесостепной зоне. Рельеф бассейна преимущественно равнинный; в нижнем течении реки – это низкая, а в верхнем течении и водораздельной части – возвышенная равнина. Абсолютные отметки высот изменяются от 16 до 219 м, составляя в среднем 120 м. Уклоны поверхности, от субгоризонтальных до крутых (около 17<sup>0</sup>), в среднем составляют 4<sup>0</sup> 28'. Наиболее часто встречаются

склоны от  $2^{\circ}$  до  $5^{\circ}$ , а горизонтальные поверхности составляют менее 0,1 %. Преобладают экспозиции западных румбов (30 %), реже – восточных (26 %) и южных (26 %), и еще меньше – северных и северо-восточных (18 %) румбов.



Пруд в 2 км юго-восточнее с. Балцата



Пруд в 1,3 км северо-западнее  
с. Чимишень



Пруд в 2 км южнее  
с. Бэлэбэнешь



Устье реки при впадении в р. Днестр

**Рис. 2** Состояние основного русла р. Балцата на ее отдельных участках

В настоящее время река в значительной степени антропогенно трансформирована, в результате чего существенно изменился ее естественный сток, который практически весь аккумулируется в 4-х искусственных прудах: 3 – непосредственно в русле реки и 1 – на ее правом притоке в районе Балабанешты (рис. 2). Как следствие, основное русло реки фактически превратилось в мелкий водоток, включая устье, при впадении в р. Днестр, и забор воды для практических нужд реально осуществляется с искусственных водоемов.

### Исторический сток р. Балцата

Регулярные инструментальные измерения стока реки осуществлялись на гидрологическом посту, расположенном возле с. Балцата, в период с 1954 г. по 2012 г. (после чего пост был закрыт), с трехлетним перерывом в 1958-1960 гг. и шестилетним перерывом в 1978-1983 гг. Кроме того, данные первых лет наблюдений, а также часть данных после возобновления наблюдений в 1983 г. не рассматривались как достоверные. Исходя из этого, для анализа стока реки были выбраны два примерно равных промежутка времени в начале и конце периода качественных наблюдений: 1961-1976 гг. и 1996-2012 гг. Такой выбор позволил сравнить изменения, происшедшие в период наблюдения, как в общем объеме стока, так и в его годовой динамике и тенденциях изменения.



**Остатки гидрологического поста**

Учитывая тот факт, что гидрологический пост был расположен в среднем течении реки, приведенные ниже результаты описывают лишь ту часть стока, которая формируется в верхней части бассейна. С другой стороны, эта часть водосбора менее всего подвержена антропогенным преобразованиям (например, здесь отсутствуют искусственные запруды непосредственно в русле реки), что позволяет предполагать, что наблюдаемые изменения в поверхностном стоке преимущественно обусловлены изменениями в региональном климате.

Сравнение сезонного и годового стока реки в два рассматриваемых периода (табл. 1) отчетливо демонстрирует его сокращение во все сезоны,

за исключением осенних месяцев, когда наблюдается рост. В частности, весенний сток с конца предыдущего и в начале текущего столетия сократился более чем на 40 % по сравнению с 70-ми годами прошлого столетия; аналогично, на 15-20 % сократился зимний и летний сток реки. В результате, примерно на 1/5 сократился и годовой сток.

Таблица 1

Сток р. Балцата в два периода наблюдений

Сезон	Период наблюдений		Изменение стока	
	1961-1976	1996-2012	Абс., л/с	Отн., %
Зима	49.0	41.7	-7.3	-15.0
Весна	77.9	46.4	-31.5	-40.4
Лето	49.3	38.7	-10.6	-21.4
Осень	35.6	41.8	6.2	17.4
<b>Год</b>	<b>53.0</b>	<b>42.2</b>	<b>-10.8</b>	<b>-20.5</b>

В годовом разрезе, максимальный месячный сток имеет место в марте и феврале, что особенно четко просматривается в начальный период его регистрации (рис. 3). В те же годы, второй, значительно меньший пик стока наблюдался в июне-июле. Однако в последние годы февральско-мартовский пик стока заметно снизился, равно как и летний максимум, а на общем фоне выравнивания средних месячных значений увеличилась доля осеннего стока.

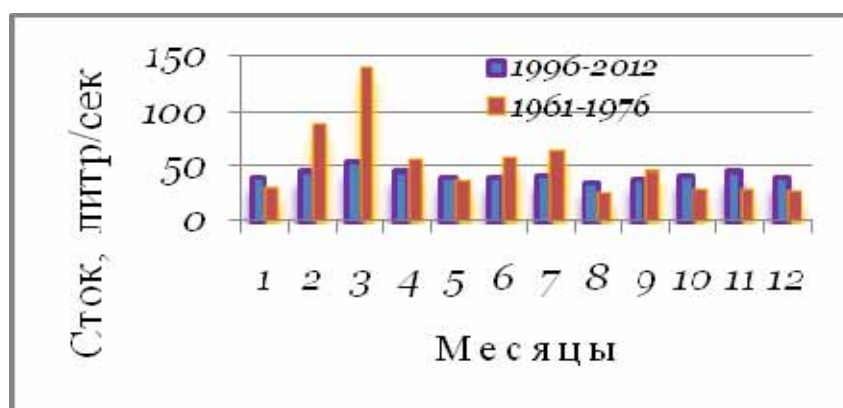


Рис. 3. Годовая динамика стока р. Балцата в два периода наблюдений



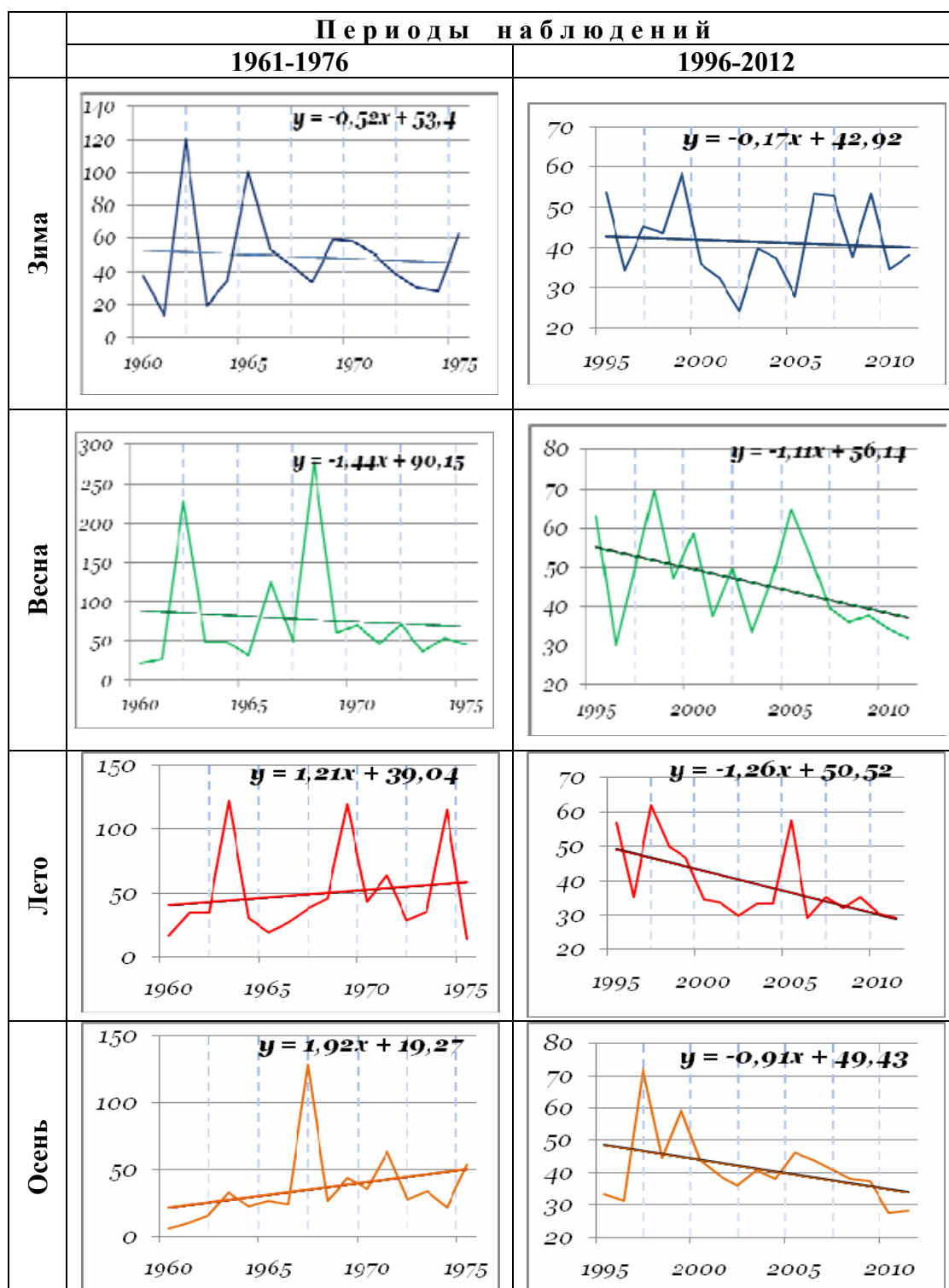
Рис. 4 демонстрирует межгодовую изменчивость и многолетние тренды в стоке реки. Как видно из графиков, в отдельные сезоны направления изменения стока, наметившиеся во второй половине прошлого столетия, сохранились и в настоящее время; в другие же сезоны – тренды изменений сменили знак на противоположный. В частности, продолжается уменьшение стока в зимне-весенний период, в то время как наблюдавшийся ранее рост летнего и осеннего стока сменился его сокращением в начале 1996-2012 годов. Это сокращение привело к общему уменьшению годового стока в среднем на 3,5 л/с. Можно предположить, что наблюдаемые изменения связаны с изменениями температурно-влажностного режима в регионе.

Действительно, проведенный анализ изменения температурно-влажностного режима в бассейне р. Балцата (Коробов и Сыродоев, 2017) показал повсеместно наблюдаемый положительный тренд изменения температуры воздуха в 1981-2010 гг. для всех ее показателей и во все сезоны, хотя и с различной интенсивностью. Наиболее четко выраженный рост температуры воздуха наблюдался в теплый период, особенно летом, когда средняя температура воздуха ( $T_{ср}$ ) увеличилась более чем на  $0.8^{\circ}\text{C}$  за десятилетие. Декадный рост  $T_{ср}$  в остальные сезоны составлял порядка  $0.5^{\circ}\text{C}$ . Средняя годовая температура возростала на  $0.57^{\circ}\text{C}$  в десятилетие. Так, если на метеостанции Балцата в 1981-1990 гг. она составляла  $9.4^{\circ}\text{C}$ , то в 1991-2000 гг. она была  $9.8^{\circ}\text{C}$ , а в 2001-2010 гг. – уже  $10.4^{\circ}\text{C}$ , т.е. за 30 лет выросла на целый градус. Аналогично средней температуре воздуха изменяются и ее максимальные и минимальные значения, с более интенсивным ростом минимальных, или ночных температур.

Это очень важный момент, зачастую не учитываемый в различного рода прикладных исследованиях, когда описывая «современный» климат используют данные середины прошлого столетия или даже более ранние периоды наблюдений. Новый, более теплый климат уже стал реальностью, которым следует оперировать и к которому следует адаптироваться.

В отличие от температуры воздуха, изменения в режиме осадков не столь значимы. Их рост в пределах от 0.5 до 1.5 мм/год в оцениваемый промежуток времени наблюдался лишь в осенне-зимний период и весной, что при небольшом уменьшении летних осадков (0.7 мм/год) приводит к их приросту менее чем на 2 мм в год. Поскольку рост температуры воздуха не компенсируется пропорциональным ростом осадков, априори можно предположить усиление засушливости климата, а следовательно – и уменьшение поверхностного и речного стока.

Для проверки этой гипотезы была оценена регрессионная зависимость годового стока от температуры воздуха и осадков (рис. 5).



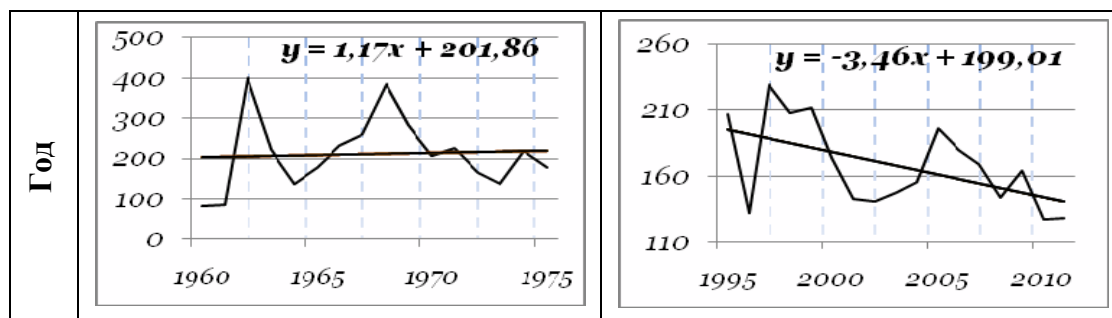
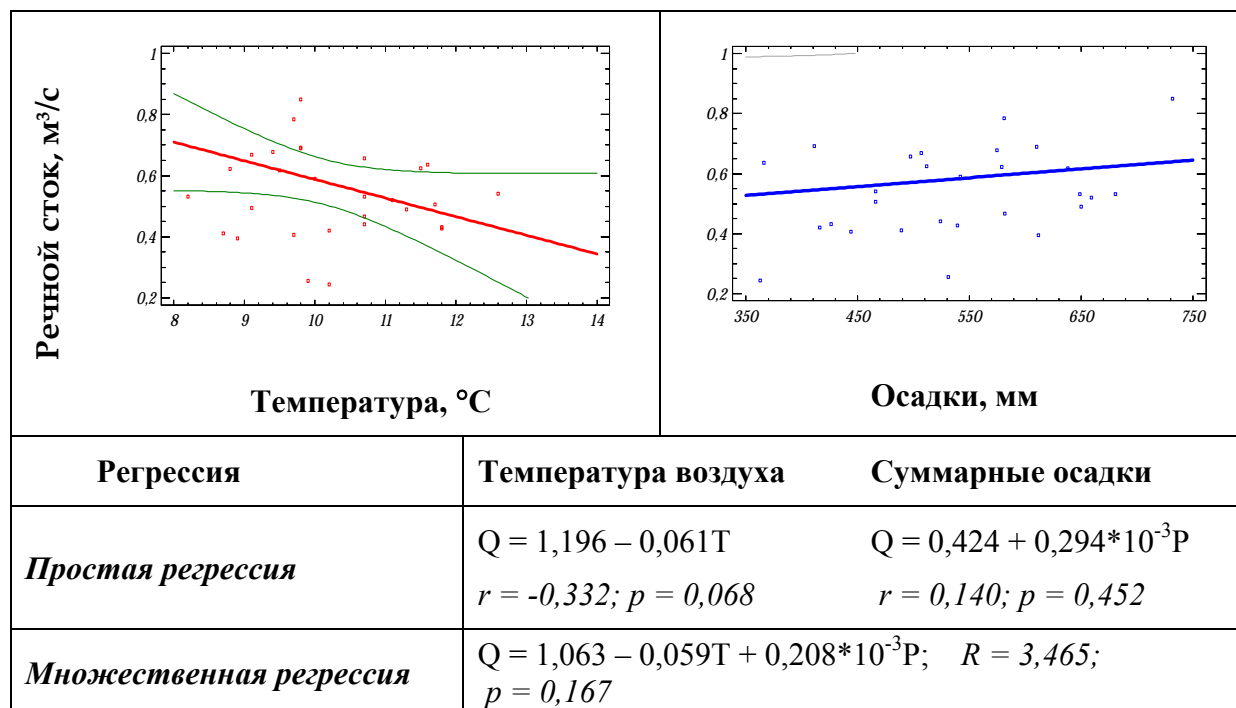


Рис. 4 Гидрографы и тренды стока р. Балцата в два периода наблюдений, л/с

*Примечание:* Коэффициенты при  $x$  в уравнении тренда показывают среднее за год изменение речного стока в рассматриваемый период;  $x$  - порядковый номер года в ряду наблюдений.

Как и следовало ожидать, наблюдается обратная корреляционная связь между температурой воздуха и объемом годового стока р. Балцата, т.е. чем выше температура воздуха, тем меньше сток. Это объясняется тем, что рост температуры неизбежно сопровождается ростом испарения с поверхности земли и, как следствие, меньшей долей осадков, попадающих в русло реки. Хотя эта связь достаточно умеренная (коэффициент простой парной корреляции  $r = 0,332$ , она статистически значима при уровне доверительной вероятности более 90% ( $p$ -значение = 0.07). Исходя из величины коэффициента регрессии можно также заключить, что увеличение среднегодовой температуры воздуха на  $1^{\circ}\text{C}$  ведет к сокращению годового стока примерно на  $0,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Противоположная зависимость наблюдается для осадков: их рост сопровождается естественным увеличением стока. В частности, увеличение годовых осадков на 10 мм приводит к увеличению поверхностного стока в русло реки примерно на  $0,3 \text{ мм}^3/\text{сек}$ . Таким образом, прямое воздействие осадков формирует до 30% речного стока. Однако, наблюдаемая положительная связь крайне слабая ( $r = 0,14$ ) и статистически незначима ( $p$ -значение = 0,45).



**Рис. 5. Графики и параметры линейной регрессионной зависимости годового стока реки Балцата ( $Q, м^3/с$ ) от среднегодовой температуры воздуха ( $T$ ) и осадков ( $P$ )**

### Гидрологическое моделирование водных ресурсов

Речной водосбор является сложной системой, на которую влияют климатические, геологические, почвенные, антропогенные и другие факторы. Характер процессов, свойственных поверхностной и подземной гидрологии, лучше всего исследуется путем гидрологического моделирования, симулирующего эти процессы в конкретных физико-географических условиях и на различных пространственных и временных интервалах. В последние годы в мире был разработан ряд концептуальных гидрологических моделей, которые все больше используются гидрологами и менеджерами водных ресурсов для понимания и решения широкого круга водных проблем.

Среди наиболее используемых водосборных и бассейновых моделей следует выделить так называемую Модель Оценки Почв и Воды (*Soil and Water Assessment Tool, SWAT*), разработанную в США и обобщающую результаты многолетнего труда различных научных центров страны по разработке ее отдельных компонентов (*Arnold et al., 2012; Gasman et al., 2007*). Благодаря глубокому научному обоснованию и открытому доступу, эта модель проявила себя как исключительно гибкий инструмент для

решения широкого круга водных проблем. Сотни работ по ее использованию представлены на многочисленных научных конференциях и опубликованы в научных изданиях. В Молдове эта модель была впервые апробирована в рамках одного из международных проектов (Cotobov *et al.*, 2015, 2016), где она продемонстрировала большой исследовательский потенциал для решения широкого круга прикладных задач, хотя определенные ограничения, выявленные в ходе ее применения, показали необходимость широкого тестирования этой модели, исходно разработанной для специфических условий США. Детальное изложение практического использования модели *SWAT* для небольших водосборов и порядок ее тестирования можно найти в упомянутых выше работах. Поэтому, ниже излагаются лишь основные моменты и результаты этого исследования.

В использованном нами *ArcSWAT* интерфейсе (Winchell *et al.*, 2013) гидрологический подход к моделированию стока базируется на пространственно распределенных климате, топографии, почвах и землепользовании. «Движущей силой» модельных процессов является водный баланс, воздействующий на рост растений и движение связанных с водой природных компонентов. Моделирование гидрологии водосбора разделяется на почвенную фазу, которая определяет количество этих компонентов, попадающих в основное русло, и внутрирусловую фазу, представляющую движение воды в речной сети водосбора к его выходу. Для целей моделирования водосборный бассейн расчленяется на подбассейны, связанные между собой речной сетью, а затем – на так называемые Гидрологические Единицы Отклика (*ГЕО*), классифицирующие участки, имеющие аналогичные по своим гидрологическим характеристикам почвы, землепользование, растительный покров и орографию; затем аналогичные ГЕО объединяются в единые кластеры. Такое дифференцирование позволяет отразить пространственную неоднородность водосборного бассейна, однако требует детальной пространственной информации по выбранным параметрам классификации, что возможно лишь при наличии соответствующих цифровых тематических карт и цифровой модели рельефа.

Использование модели *SWAT* позволяет решать целый ряд задач, из которых, исходя из целей настоящей публикации, было выбрано две:

(1) Оценка антропогенной нагрузки на бассейн р. Балцата как одного из факторов неопределенности в результатах моделирования стока, а соответственно – и потенциальных водных ресурсов ее водосбора;

(2) Оценка нынешнего и вероятного будущего поверхностного стока в изменяющемся климате.

Для решения каждой из названных задач были выбраны свои специфические наборы исходного материала и методики исследования.

### Оценка антропогенной нагрузки на бассейн

Антропогенная нагрузка на бассейн р. Балцата косвенно оценивалась как разница между моделируемым поверхностным стоком с его водосбора, поступающим в основное русло реки, и реально наблюдаемым стоком. Априори предполагалось, что это расхождение обусловлено последствиями антропогенной трансформации как русла, так и водосбора реки, которое должно проявиться в процессе тестирования модели SWAT.

Для такого тестирования была выбрана верхняя часть водосбора реки – от ее истоков до одноименного гидрологического поста, где осуществлялись измерения стока. Длина этого участка реки, условно названным *Верховье*, составляла 5,9 км, а дренажная площадь соответствующего подбассейна – порядка 54,5 км<sup>2</sup>. Следуя основной цели тестирования, исследовательский подход включал использование SWAT для моделирования месячного и годового поступления воды в основное русло реки и его последующее сравнение с реально наблюдаемым речным стоком в выбранном створе. Период исследования включал 5 лет – с 1 января 2006 г до 31 декабря 2010 г. Статистика речного стока в этот период приведена в табл. 2.

Таблица 2

Среднемесячный сток р. Балцата на одноименном гидрологическом посту, м<sup>3</sup>/с

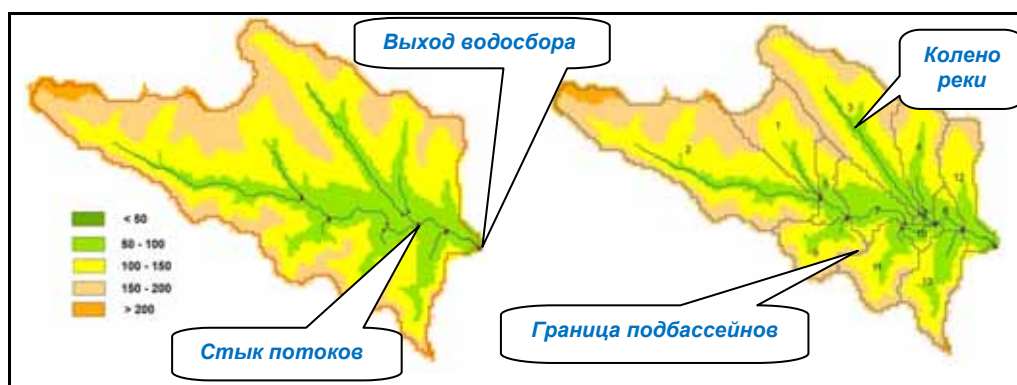
Год	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2006	0,032	0,046	0,093	0,049	0,052	0,056	0,066	0,051	0,048	0,046	0,045	0,005
2007	0,053	0,054	0,066	0,049	0,045	0,037	0,029	0,022	0,037	0,047	0,048	0,053
2008	0,054	0,056	0,053	0,055	0,011	0,045	0,036	0,025	0,034	0,033	0,055	0,049
2009	0,036	0,034	0,036	0,033	0,039	0,028	0,041	0,027	0,036	0,037	0,041	0,043
2010	0,047	0,072	0,036	0,04	0,037	0,037	0,036	0,033	0,036	0,039	0,037	0,041

Поступление влаги и энергии, определяющее водный баланс и соотношение различных компонентов гидрологического цикла в ненарушенной природной среде, зависит от региональных климатических условий. Климатические переменные, необходимые для моделирования, генерируются непосредственно в SWAT по их среднемесячным величинам.

В предлагаемом исследовании, требуемые средние максимальные и минимальные температуры воздуха, а также месячные суммы осадков за тестируемые годы были взяты по данным наблюдений на ближайшей метеостанции Балцата.

Разбивка верховья реки на участки с однородными гидрологическими характеристиками (колена реки) и соответствующие подбассейны, или бассейны притока, осуществлялась на основе Цифровой Модели Рельефа (ЦМР), построенной по топографическим картам масштаба 1:25 000, векторизация которых обеспечила размер пикселя 10 м x 10 м, достаточный для гидрологического анализа (рис. 6).

Колена реки определялись как части ее русла с площадью дренажа более 300 га, необходимой для формирования источника потока. В соответствии с этим критерием, выше гидрологического поста было идентифицировано 13 подбассейнов, со средней длиной колена порядка 1,8 км. Расположение поста совпадает с выходом реки из водосбора Верховья и тем самым отражает всю его дренажную сеть, что необходимо для корректного сравнения смоделированного стока с реально наблюдаемым в этой точке. Дальнейшее деление водосбора на ГЕО, основанное на доминантной категории землепользования, типа почвы и класса склона, позволило выделить 299 идентичных единиц отклика. Поверхностный сток моделировался отдельно для каждой ГЕО, с последующим его слиянием в общий сток с изучаемого водосбора.



**Рис. 6** Водосбор верховья р. Балцата и выходы подбассейнов, определяемые как точки соединения потоков, наложенные на цифровую модель рельефа (слева) и выделенные подбассейны (справа)

Результаты SWAT моделирования для каждого года (табл. 3) содержат суммарную информацию о каждом прогоне модели, включающую статистику, позволяющие понять «идеологию» моделирования и оценку стока. В частности, *SWAT* разделяет

поверхностный сток, формируемый осадками, на ту его часть, которая просачивается в почву и испаряется, и остальную часть, которая попадает в основное русло реки, формируя речной сток. Сопоставление этих трех компонентов позволяет предварительно оценить репрезентативность моделирования. Так, анализ табл. 3 дает определенные основания рассматривать результаты моделирования как вполне корректные с физической точки зрения: суммарное поступление воды в основное русло в среднем превышает инфильтрацию в почву примерно в 5,2 раза, а среднее отношение реальной эвапотранспирации к осадкам составляет 0,24. Это хорошо согласуется с рекомендуемыми критериями оценки (Winchell *et al.*, 2013).

Таблица 3

Результаты моделирования стока в верхнем водосборе р. Балцата

Год	Выходные данные SWAT моделирования, мм								WATER YIELD
	PREC	Сток в основное русло			Инфильтрация		Эвапотранспирация		
		SURQ	LATQ	GWQ	LATE	SW	ET	PET	
2006	542	109,7	177,5	40,0	59,0	3,8	118,3	738,8	<b>329,0</b>
2007	466	94,5	148,6	30,3	48,5	3,8	110,0	741,5	<b>274,9</b>
2008	466	93,2	151,1	30,6	49,0	3,7	109,7	741,1	<b>276,4</b>
2009	426	85,5	134,4	25,9	43,8	3,8	104,3	742,7	<b>247,1</b>
2010	501	101,3	161,5	34,4	53,0	3,8	114,6	740,9	<b>298,9</b>
<b>Среднее</b>	<b>480</b>	<b>96,8</b>	<b>154,6</b>	<b>32,2</b>	<b>50,6</b>	<b>3,8</b>	<b>111,4</b>	<b>741,0</b>	<b>285,2</b>

Сокращения: RREC – суммарные осадки; SURQ – поверхностный сток в основное русло; LATQ – латеральный (боковой) сток; GWQ – вклад грунтовых вод; LATE – просачивание воды в почвенный профиль; SW – накопление воды в почвенном профиле; ET – реальная эвапотранспирация; PET – потенциальная эвапотранспирация; WATER YIELD – суммарное поступление воды в основное русло.

Однако корректную оценку репрезентативности моделирования дает лишь сравнение моделируемого и реально наблюдаемого стоков.

Как можно видеть из табл. 4, расхождения между наблюдаемым и моделируемым стоком слишком большие, чтобы ими можно было пренебречь. Например, если выразить наблюдаемый годовой сток в процентах от моделируемого, то он составит лишь порядка 8-9% от последнего. В месячном разрезе картина более сложная: от порядка двукратного превышения наблюдаемых значений над моделируемыми в марте месяце до лишь 1-2% в период межени (август-сентябрь месяцы). Несомненно, такие расхождения требуют объяснения, тем более, что



калибровка модели с целью ее максимальной «подгонки» к местным условиям, повысила точность моделирования в пределах не более 5% (Сорогов *et al.*, 2016). Иными словами, причина расхождения в результатах моделирования и наблюдений заключается не только в ошибках моделирования или недостатках выбранной гидрологической модели, а находится в несколько другой плоскости.

В поисках ответа мы пришли к выводу, что полученные результаты лишь подтверждают имеющиеся свидетельства, что возможности даже такой мощной модели как SWAT достаточно ограничены применительно к малым рекам, которые особенно подвержены большим антропогенным воздействиям. В этих условиях калибровка модели не в состоянии объективно учесть все факторы, воздействующие на сток, тем самым вызывая неизбежное смещение в оценках.

Таблица 3

Соотношение наблюдаемого стока в верховье р. Балцата  
с его моделируемым поступлением в ее русло

Год	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2006	–	0,129	2,298	0,154	0,139	0,278	0,207	0,019	0,027	0,112	0,174	0,035	<b>0,086</b>
2007	–	0,203	2,727	0,235	0,151	0,312	0,142	0,010	0,023	0,137	0,248	0,470	<b>0,094</b>
2008	–	0,128	1,475	0,153	0,129	0,247	0,201	0,012	0,022	0,108	0,218	0,325	<b>0,075</b>
2009	–	0,143	2,766	0,230	0,151	0,337	0,265	0,013	0,023	0,120	0,248	0,429	<b>0,084</b>
2010	–	0,240	1,180	0,157	0,111	0,242	0,144	0,014	0,021	0,105	0,165	0,327	<b>0,079</b>

В частности, как уже отмечалось, большинство малых рек Молдовы предельно загрязнено и обезвожено, находясь на грани полного исчезновения. Усыхание малых рек серьезно сказывается и на общем состоянии экосистем водозабора, изменяя растительный покров и, соответственно, эвапотранспирацию и инфильтрацию воды в почву. По экспертным оценкам (Казак и Лалыкин, 1995), уже в 90-х годах прошлого столетия малые реки Молдовы потеряли до 50-60 % своего стока. Вне сомнения, в последующие годы положение вряд ли улучшилось. Не является исключением из этой ситуации и бассейн описываемой реки.

Таким образом, любое гидрологическое моделирование оценивает лишь некий *гипотетический* сток, зависящий от чисто физико-географических факторов, который может полностью реализоваться только в «нетронутой», или абсолютно не подвергнутой антропогенной трансформации, окружающей среде. Эти соображения приводят к

естественному предположению, что результаты моделирования в их «чистом виде» вряд ли могут быть надежным показателем реального наличия водных ресурсов территории. Тем не менее, они позволяют дать объективную количественную оценку антропогенного воздействия на сток малых рек и его вклада в суммарные водные ресурсы, что крайне важно для оценки реального состояния водной безопасности с точки зрения наличия поверхностных вод в бассейне реки.

### **Оценка водных ресурсов бассейна р. Балцата**

Для решения этой задачи, в отличие от вышеописанной идентификации неопределенностей гидрологического моделирования, вызванных антропогенными факторами, оценка водных ресурсов бассейна р. Балцата была проведена для его водосбора в целом (рис. 1). При этом учитывалась отмеченная выше существенная трансформация русла реки, в результате которой практически весь поверхностный сток аккумулируется в искусственных прудах. В силу этого, нынешний поверхностный сток водосбора и его вероятное изменение под воздействием наблюдаемого потепления климата оценивались не только по его количеству, суммарно поступающему в основное русло реки, но и по объемам воды, поступающим в пруды.

В пользу такого подхода говорят следующие факты. В настоящее время, по расчетам Водного отдела ООН<sup>2</sup>, 70% пресной воды расходуется на сельскохозяйственное производство. Поэтому, обеспечить продовольственную безопасность, или, образно выражаясь, «накормить мир» – это, прежде всего, решить проблему устойчивого обеспечения водой. Так, большинство речных бассейнов США демонстрируют в засушливые периоды уменьшение стока от 5 % до 50 %, которое сохраняется на протяжении до 3-х лет после окончания засухи. Для водосборов и, соответственно, для водоемов, от них питающихся, требуется несколько лет со средними осадками, чтобы возвратиться до уровней, предшествующих засухе. Отсюда, жизненно важно грамотное «накопление» воды в водохранилищах, при всех издержках этого процесса.

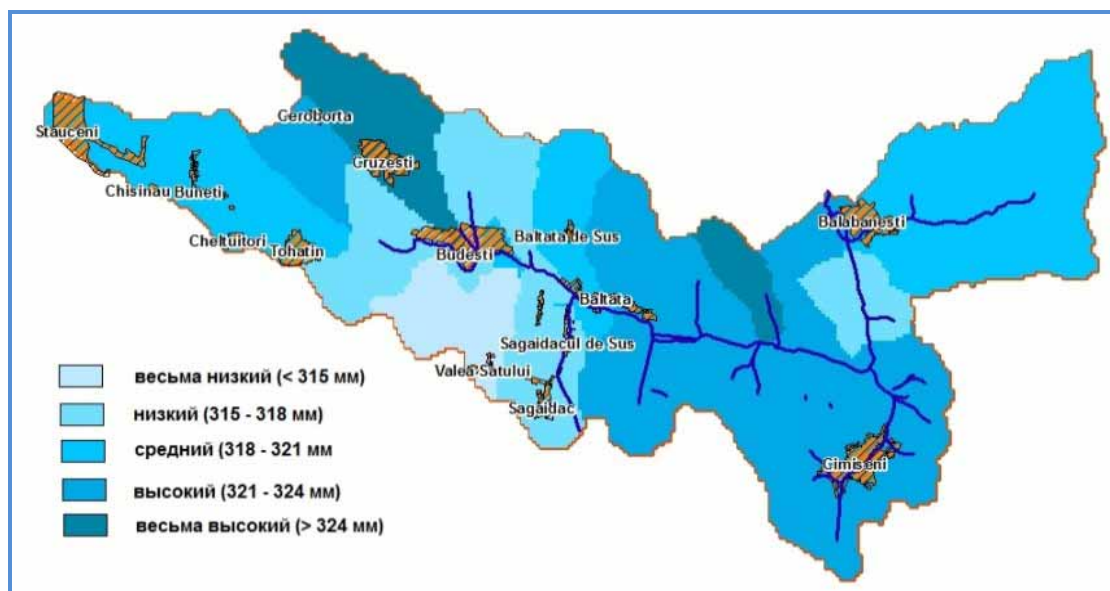
Возможное изменение исследуемого стока р. Балцата оценивалось как разница между его моделируемыми значениями при нынешних и ожидаемых климатических показателях. Следуя изложенной выше методике SWAT моделирования, деление бассейна реки общей площадью 153.9 км<sup>2</sup>, при выбранном пороговом значении в 300 га, дало

---

<sup>2</sup> Cost of Increasing Droughts. <http://growingblue.com/case-studies/cost-of-increasing-droughts/>

27 подбассейнов, со средней площадью каждого примерно  $5,9 \text{ км}^2$  и средней длиной колен реки – 2,3 км.

В качестве нынешних, или так называемых «базовых» климатических показателей, были взяты средние значения температуры воздуха и осадков в 1981-2010 годах. Результаты SWAT моделирования годового стока с дренажной поверхности бассейна Балцаты в текущем климате, показанные на рис. 7, демонстрируют его базовое пространственное распределение по водосбору реки. Как видим, максимальный годовой сток ( $>324 \text{ мм}$ ) имеет место в крайней северо-западной части бассейна, а минимальный ( $<315 \text{ мм}$ ) – в его юго-западной части. Однако, на большей части территории сток находится в интервале 318-324 мм.



**Рис. 7 Пространственное распределение годового стока  
в бассейне р. Балцата**

Умножение этих значений, полученных для единицы поверхности, на площадь водосбора в целом дает значения стока в  $\text{км}^3$  (табл. 4). Минимальный сток наблюдается в декабре-феврале, а также в апреле-мае, максимальный сток – в июле-сентябре. Годовой сток в бассейне может достигать  $0,048 \text{ км}^3$ . Однако, при наличии несомненного смещения в этих оценках, обусловленного антропогенными вмешательствами в поверхностный сток, полученные результаты следует рассматривать с обязательным учетом этого фактора, ни в коем случае не отождествляя их с реальным стоком реки. В то же время, они, несомненно, являются объективным базисом для оценки воздействия изменения климата на будущий сток.

Таблица 4

**Среднемесячный моделируемый сток с водосбора р. Балцата в целом и накопление воды в искусственных прудах в 1981-2010 годы**

Пруды	Месяц												Сток, км <sup>3</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Балцата</i>	0,05	2,1	3,7	1,5	0,09	3,6	9,1	9,6	5,8	3,2	6,2	0,0	0,004
<i>Балцата</i>	0,09	4,4	7,5	2,1	1,6	6,5	17,8	17,7	11,7	5,7	12,6	0,2	0,009
<i>Чимишень</i>	0,14	6,5	11,2	3,6	2,6	10,1	26,7	27,3	17,5	8,9	18,8	0,2	0,017
<i>Балабанешть</i>	0,02	1,4	2,1	0,7	0,06	1,6	5,6	5,1	3,9	2,6	4,1	0,0	0,001
<b>Сток: в пруды</b>	<b>0,3</b>	<b>14,4</b>	<b>24,5</b>	<b>7,9</b>	<b>4,35</b>	<b>21,8</b>	<b>59,2</b>	<b>59,7</b>	<b>38,9</b>	<b>20,4</b>	<b>41,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,031</b>
<i>водосбора</i>	<b>0,4</b>	<b>15,1</b>	<b>27,4</b>	<b>8,9</b>	<b>4,6</b>	<b>23,1</b>	<b>62,2</b>	<b>63,0</b>	<b>40,4</b>	<b>21,6</b>	<b>44,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,048</b>

Дополнительно к моделированию потенциального общего стока с водосбора бассейна в целом было оценено поступление воды в каждый из 4-х прудов. Эти искусственные водоемы накапливают воду для обеспечения, главным образом, чисто хозяйственных нужд местного населения и, в первую очередь, для полива сельскохозяйственных полей и приусадебных участков, а также рыбоводства, отдыха и т.п. Смоделированный среднегодовой сток в пруды в оцениваемый период (1981-2010 гг.) составил от ~0,0004 км<sup>3</sup> у с. Балабанешть до 0,017 км<sup>3</sup> у с. Чимишень; суммарно в течение года в пруды поступало более 0,031 куб. км, или 65% общего стока водосбора реки. Таким образом, даже без учета других, неучтенных заборов воды ниже прудов, в основное русло Днестра попадает не более трети поверхностного стока с водосбора с р. Балцата.

**Проекция изменения стока в ожидаемом климате**

SWAT моделирование возможного будущего стока в оцениваемом бассейне базировалось на сценариях изменения климата, основанных на ансамбле из 11 региональных климатических моделей высокого разрешения (12,5 км), любезно предоставленных Центром климатического обслуживания при Институте Метеорологии Макса Планка (Гамбург, Германия) (*Jacobs et al., 2013*). В свою очередь, эти сценарии использовали новые подходы к оценке возможных будущих концентраций парниковых газов (ПГ) в атмосфере – так называемые Репрезентативные Траектории Концентраций (Representative Concentration Pathway, RCP). В отличие от предыдущих сценариев выбросов ПГ, RCP устанавливают не их

предполагаемые будущие концентрации, основанные на гипотетических сценариях развития мировой экономики, а временные серии накопления концентраций ПГ, которые в комплексе с уровнями землепользования и растительного покрова могут привести к определенным специфическим (репрезентативным) характеристикам радиационной нагрузки на климатическую систему. Термин репрезентативный означает, что каждый *RCP* представляет один из вариантов процесса накопления ПГ, который приводит к определенной радиационной нагрузке.

Таблица 5

**Базовые (1981-2010) значения среднегодовой температуры воздуха (°С) и суммарных годовых осадков (мм) в бассейне р. Балцата и проекции их вероятных значений в 21-м столетии для трех сценариев выбросов ПГ**

Годы	Сценарий выбросов	Значения
<b>Максимальная температура</b>		
1981-2010		<i>15,2</i>
2021-2050	RCP 2.6	<i>15,0</i>
	RCP 4.5	<i>16,6</i>
	RCP8.5	<i>16,8</i>
2071-2100	RCP 2.6	<i>15,0</i>
	<b>RCP 4.5</b>	<i>17,9</i>
	RCP8.5	<i>20,1</i>
<b>Минимальная температура</b>		
1981-2010		<i>4,8</i>
2021-2050	RCP 2.6	<i>4,8</i>
	RCP 4.5	<i>5,8</i>
	RCP8.5	<i>5,9</i>
2071-2100	RCP 2.6	<i>4,8</i>
	<b>RCP 4.5</b>	<i>6,6</i>
	RCP8.5	<i>8,1</i>
<b>Осадки</b>		
1981-2010		<i>500</i>
2021-2050	RCP 2.6	<i>487</i>
	RCP 4.5	<i>505</i>
	RCP8.5	<i>500</i>
2071-2100	RCP 2.6	<i>465</i>
	RCP 4.5	<i>538</i>
	RCP8.5	<i>487</i>

В настоящей работе были выбраны три сценария выбросов парниковых газов (RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5), соответственно отражающие низкую, умеренную и высокую радиационные нагрузки. Такой выбор обеспечивает оценку всего диапазона возможного изменения регионального климата по его ключевым показателям (максимальной и минимальной температурам воздуха и осадкам) относительно базового климатического периода (1981-2010 гг.) для двух будущих временных горизонтов: 2021-2050 и 2071-2100 годы (табл. 5).

Как и в случае оценки современного стока, значения температуры воздуха и осадков предполагались едиными для рассматриваемой территории, а другие климатические показатели моделировались генератором погоды, встроенным в модель SWAT.

Согласно результатам моделирования (табл. 6), возможное изменение поверхностного стока с водосбора р. Балцата, вызванное вероятными изменениями в температурно-влажностных условиях, может быть, в зависимости от временного горизонта и радиационной нагрузки, от некоторого возрастания до 7-8% при умеренных и сильных радиационных нагрузках в первой половине столетия до сокращения от порядка 8% до более 25% – во второй половине. В среднем, увеличение стока может достичь порядка 2% в 2021-2050 гг., а сокращение – до 17% в последнем тридцатилетии нынешнего столетия. Соответственно изменятся и объемы воды, поступающие в водоемы.

Если воспользоваться градацией рисков для уязвимости к изменению климата, а соответственно – и для водной безопасности, вызванных снижением стока с водосбора, предложенной Департаментом Сельского Хозяйства США (USDA FS, 2013), то полученные величины изменения стока р. Балцата менее 20% можно рассматривать как низкий риск, а от 20 до 40% – как умеренный.

Таблица 6

**Проекция изменения годового стока в бассейне р. Балцата  
в абсолютном (Abs, мм) и относительном (%) выражении  
по сравнению с 1981-2010 гг.**

Водосбор	Временные горизонты, годы						
	1981-2010	2021-2050					
		Репрезентативные пути концентрации					
		RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
<i>с. Балцата_1</i>	<b>44,9</b>	-4,6	<b>-10,3</b>	3,8	<b>8,5</b>	3,3	<b>7,4</b>
<i>с. Балцата_2</i>	<b>87,9</b>	-9,1	<b>-10,3</b>	7,5	<b>8,5</b>	6,5	<b>7,4</b>
<i>с. Чимишень</i>	<b>133,5</b>	-13,8	<b>-10,3</b>	11,4	<b>8,5</b>	9,9	<b>7,4</b>
<i>с. Балабанешть</i>	<b>27,2</b>	-2,8	<b>-10,3</b>	2,3	<b>8,5</b>	2,0	<b>7,4</b>
<b>Сток в пруды</b>	<b>293,6</b>	-30,2	<b>-10,3</b>	24,9	<b>8,5</b>	21,7	<b>7,4</b>
<b>Общий сток</b>	<b>312</b>	-32,0	<b>-10,3</b>	26,5	<b>8,5</b>	23,0	<b>7,4</b>
				<b>2071-2100</b>			
<i>с. Балцата_1</i>	<b>44,9</b>	-11,4	<b>-25,4</b>	-3,8	<b>-8,5</b>	-9,0	<b>-20,0</b>
<i>с. Балцата_2</i>	<b>87,9</b>	-22,3	<b>-25,4</b>	-7,5	<b>-8,5</b>	-17,6	<b>-20,0</b>
<i>с. Чимишень</i>	<b>133,5</b>	-33,9	<b>-25,4</b>	-11,5	<b>-8,5</b>	-26,7	<b>-20,0</b>
<i>с. Балабанешть</i>	<b>27,2</b>	-6,9	<b>-25,4</b>	-2,3	<b>-8,5</b>	-5,4	<b>-20,0</b>
<b>Сток в пруды</b>	<b>293,6</b>	-74,6	<b>-25,4</b>	-24,9	<b>-8,5</b>	-58,7	<b>-20,0</b>
<b>Общий сток</b>	<b>312,0</b>	-79,2	<b>-25,4</b>	-26,5	<b>-8,5</b>	-62,4	<b>-20,0</b>

### Заключение

Результаты, полученные в настоящем исследовании, вследствие наличия целого ряда неопределенностей, следует, разумеется, рассматривать лишь как некоторые ориентировочные оценки. В то же время, не вызывает сомнения тот очевидный вывод, что корректное использование современных средств гидрологического моделирования позволяет, с одной стороны, корректно рассчитывать потенциальные нынешние и ожидаемые водные ресурсы малых рек, а с другой стороны – учитывать потери стока вследствие различного рода антропогенных нагрузок на состояние их водосборов, подчас вызванные их неудовлетворительным менеджментом. Отсутствие такого учета, в сочетании с изменением климата, может негативно сказаться на устойчивом обеспечении водой экономики, социальной сферы и экосистем, что составляет основу водной безопасности.

### Использованная литература

1. Казак и Лалыкин, 1995: Гидрологические характеристики малых рек Молдовы и их антропогенные изменения, Кишинев, 208 с.
2. Коробов Р. и Г. Сыродоев, 2016: *Климатологическое и гидрологическое описание бассейна реки Балтата*. Отчет по проекту “Promotion of the Sustainable Management of the River Baltata – the Dniester Tributary”, 34 с.
3. Arnold JG, Kiniry JR, Srinivasan R, Williams JR, Haney EB and Neitsch SL (2012) Soil and Water Assessment Tool, Input/Output File Documentation, Version 2012. *Texas Water Research Institute. Technical Report 439, College Station, Texas.*
4. Corobov R., G. Syrodоеv, I. Trombitsky, 2016: Anthropogenic and Climate Change Contributions to Uncertainties in Hydrological Modeling of Small Rivers Watershed Runoff. *Advances in Ecological and Environmental Research*, pp. 14-34.
5. Corobov R., G. Syrodоеv, I. Trombitskya, D. Galupa, 2015: SWAT Model in Moldova: the First Experience. In: *Proceeding of the International Conference “Frontiers in Environmental and Water Management”*, Kavalla, Greak, pp. 75-85.
6. Gasman P.W., Reyes M.R., Green C.H. and Arnold J.G. (2007) The soil water and assessment tool: Historical development, applications, and future research directions. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, Vol. 50(4), pp. 1211-125.*
7. Jacob D., J. Petersen, B. Eggert *et al.*, 2013: EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change*, DOI 10.1007/s10113-013-0499-2.
8. Winchell, M., Srinivasan, R., Di~Luzio, M., and Arnold, J.G. (2013): ArcSWAT Interface For SWAT 2009: User's Guide. Texas Agricultural Experiment Station (Texas) and USDA Agricultural Research Service (Texas), Temple (Texas), March 2013.
9. USDA FS (U.S. Department of Agriculture, Forest Service), 2013: *Assessing the Vulnerability of Watersheds to Climate Change*. General Technical Report, PNW-GTR-884, 32 p.



## **Совершенствование системы управления использованием и охраной водных ресурсов в Беларуси**

**Калинин М.Ю.**

**Белорусский государственный университет**

**Республика Беларусь**

Территория Беларуси расположена на водоразделе бассейнов Балтийского и Черного морей. Примерно 55 % речного стока приходится на реки бассейна Черного моря и 45 % – Балтийского. В соответствии с Водным Кодексом Республики Беларусь все реки подразделяются на: большие, протяженностью свыше 500 километров (Березина, Горынь, Днепр, Западная Двина, Западный Буг, Неман, Припять, Сож), средние, протяженностью от 200 до 500 километров (Беседь, Виляя, Друть, Западная Березина, Ипуть, Остер, Птичь, Свислочь, Уборть, Щара, Ясельда) и малые, протяженностью от 5 до 200 километров. Всего насчитывается 20,8 тыс. рек и ручьев суммарной длиной 90,6 тыс. км. В 10,8 тыс. озер сосредоточено около 9 км<sup>3</sup> воды, причем 88 % озер имеют площадь зеркала до 10 га (Водный кодекс, 2017; Калинин, 1988).

Ресурсы поверхностных вод включают речной сток и запасы воды в водоемах. В свою очередь речной сток подразделяется на местный (формирующийся в пределах республики) и общий (с учетом поступления транзитного стока из соседних стран). Основной объем местного речного стока (65 %) формируется в водосборах рек Западная Двина, Неман, Виляя и Припять. Преобладающая часть транзитного стока поступает по рекам Западная Двина (35 %) и Припять (28 %). Распределение местного стока внутри года неравномерно. За три весенних месяца по рекам западной и центральной частей республики (бассейны рек Неман, Виляя, Березина) протекает в среднем 42-47 % годового стока.



Рис. 1. Бассейны больших рек Беларуси

В республике создано 153 водохранилища, полезный объем которых составляет  $1,2 \text{ км}^3$ . Полный объем водохранилищ составляет  $2,95 \text{ км}^3$ , их суммарная площадь –  $797 \text{ км}^2$ , или  $0,5 \%$  площади республики. По месту расположения преобладают водохранилища руслового типа ( $50 \%$  от общего числа водохранилищ республики). На севере республики широко представлены водохранилища, созданные в результате подпора плотинами уровня воды в озерах. Кроме регулирования стока водохранилищами большое распространение получило строительство прудов. В настоящее время насчитывается более 1 тыс. прудов различного назначения объемом свыше  $600 \text{ млн. м}^3$ .

Количество и качество водных ресурсов определяют устойчивое развитие (УР) любого государства, от них зависит уровень жизни и здоровье населения. Для оценки водообеспеченности государства в мировой практике чаще используются удельный показатель – объем среднегодового речного стока, отнесенный к численности населения. Водообеспеченность на душу населения в Беларуси составляет  $3,6 \text{ тыс. м}^3$ , а в соседних государствах: Европейской части России –  $9,0$ , Латвии –  $6,4$ , Литве –  $4,1$ , Польше –  $2,2$ , Украине –  $1,0 \text{ тыс. м}^3$ .

Наиболее обеспечены водными ресурсами Витебская и Гродненская административные области, наименее – Гомельская и Брестская. Центральные районы республики имеют меньшие ресурсы речных вод, чем

приграничные районы, располагающие транзитным стоком. Поверхностные и подземные воды используются на питьевое водоснабжение, производственные нужды, гидроэнергетику, судоходство, рекреацию, рыбо-прудовое хозяйство, орошение. Экономический гидроэнергетический потенциал рек оценивается в 1,3 млрд. кВт ч в год. Общая протяженность внутренних водных путей составляет около 3 тыс. км, из которых эксплуатируется 1,6 тыс. км.

Вблизи водоемов и водотоков в настоящий момент действуют 18 зон отдыха республиканского значения. Вдоль рек сосредоточены объекты отдыха, в которых создано около 109 тыс. мест, из них в санаториях - 16,3 тыс. мест, санаториях - профилакториях - 15,3 тыс., пансионатах и домах отдыха - 2,8 тыс., детских оздоровительных лагерях - 70 тыс., турбазах и гостиницах - 4,7 тыс. мест.

Охрана и использование вод в Республике Беларусь осуществляются на основе: рационального (устойчивого) использования водных ресурсов; комплексного использования водных ресурсов; приоритета использования подземных вод для питьевых нужд перед иным их использованием; улучшения экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов (их частей); предупреждения загрязнения, засорения вод; бассейнового управления водными ресурсами; нормирования в области охраны и использования вод; платности водопользования, за исключением случаев, предусмотренных пунктом 1 статьи 35 Водного Кодекса; возмещения вреда, причиненного водным объектам; разграничения функций государственного регулирования, управления и контроля в области охраны и использования вод и функций водопользования; участия граждан и общественных объединений в вопросах принятия решений в области охраны и использования вод (Водный кодекс, 2014).

Принятие правительством Республики Беларусь в качестве программного документа, определяющего долгосрочные цели социально-экономического развития страны, модели УР в условиях социально-ориентированной рыночной экономики, вызывает необходимость сбалансированного решения широкого спектра социально-экономических задач, а также проблем сохранения и восстановления благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала для удовлетворения потребностей жителей республики.

Водные ресурсы являются одними из базовых, которые обеспечивает основу стабильного развития всего хозяйственного комплекса республики. Организация в республике системы УВР на основе бассейнового принципа управления водопользованием имеет важнейшее значение для перехода на модель УР.

Водные ресурсы по объемам их потребления человечеством в настоящее время превосходят все остальные виды природных ресурсов вместе взятых, а потому пресную воду в большинстве стран мира относят к категории стратегических ресурсов.

Мировой опыт свидетельствует о том, что кризисная ситуация с питьевым водоснабжением характерна практически для всех стран мира. Тем не менее, состояние многих водных объектов продолжает катастрофически ухудшаться, потому хозяйственное освоение новых водных объектов должно быть интегрировано с охраной экосистем, которые играют определяющую роль в водном цикле круговорота в природе.

Вполне очевидно, что работа всех организаций по водопользованию и землепользованию должна координироваться на уровне речных бассейнов. В основу УВР в республике должен быть положен основополагающий принцип биосферной теории, в соответствии с которым человек не должен нарушать запретов и ограничений, налагаемых действующими в природе законами (физическими и биологическими), обеспечивающими стабильность окружающей среды.

Биосферный подход к регуляции окружающей среды предполагает, что биосфера обладает мощным механизмом саморегулирования и стабилизации окружающей среды, устойчива и способна компенсировать возмущения, вызываемые хозяйственной деятельностью до тех пор, пока потребление чистой продукции биоты человеком не превысит некоторого порогового значения (по оценкам ученых, не превышающего одного процента, а 99 % продуцируемой биоты должны расходоваться на стабилизацию окружающей среды).

Поэтому основным условием гармоничного развития общества в условиях ограниченных природных ресурсов должно быть сохранение объема естественной среды, способного обеспечить устойчивость биосферы с включенным в нее механизмом хозяйствования.

Государственную политику целесообразно направить на обеспечение экономически оптимального и экологически безопасного уровня водопользования и УВР при минимальном антропогенном воздействии на животный и растительный мир, повышение жизненного уровня населения, реализацию права нынешнего и будущих поколений на пользование водными ресурсами для питьевых и хозяйственных целей.

Ближайшими целями рационального водопользования должно стать:

- полное удовлетворение потребностей населения республики в воде питьевого качества, отвечающей требованиям установленных стандартов;

- реабилитация природных водных объектов на основе ужесточения нормативов допустимой антропогенной нагрузки;

- повышение надежности и долговечности систем водообеспечения в промышленности, сельском хозяйстве, в коммунальном секторе на основе внедрения новых технологий очистки природных и сточных вод, применения современных приборов и оборудования для контроля их качества;

- создание эффективного механизма управления водными ресурсами.

Под управлением в широком смысле этого слова понимается разработка и принятие решений, обеспечение механизма их реализации и контроля исполнения. Поверхностные и подземные воды, как объекты управления, представляют собой достаточно сложную задачу. При ее постановке должны быть четко определены объект управления и его границы.

Ресурсы поверхностных и подземных вод должны рассматриваться не только как природная, но и как социально-экономическая категория. Вода, доставляемая потребителю и подготовленная для использования, является уже не просто природным ресурсом, а продуктом вложенного труда и средств в ее подготовку и может быть отнесена в конкретных случаях к обогащенному сырью, полуфабрикатам или конечному продукту, а в некоторых случаях (например, сточные воды) и к отходам производства.

Объектом управления могут быть как сами «водные ресурсы», т.е. все разновидности воды, которые могут использоваться для различных нужд и целей, так и объекты, на которых осуществляется водопользование. Целью управления объектами водопользования является их рациональное использование.

Рациональное водопользование, должно удовлетворять экономически и технологически оправданным потребностям в воде населения, промышленности и сельского хозяйства с заданной гарантией (по режиму, количеству и качеству). Кроме того, оно должно обеспечивать эффективную защиту природных источников воды от загрязнения и истощения, исходя из установленных критериев и норм допустимой для них антропогенной нагрузки (экологически допустимых пределов трансформации природной среды, количества и качества вод), позволяющих сохранять в полной мере средообразующую, рекреационную и т.д. роли воды в природе.

В качестве границ объекта управления могут быть приняты «ворота потребителя». В соответствии с данным подходом к управлению водными объектами, в пределах внутренних границ каждого объекта –

потребителя должны действовать собственные внутренние правила управления водными ресурсами и водопользованием.

УВР предполагает оценку их формирования, использования, утилизации (например, сточные воды), охрану и подачу до «ворот потребителя» при непременном выполнении ограничений – сохранения их средообразующей и природоохранной роли. Должны быть четко отделены как чисто контрольные (природоохранные, лимитирующие нагрузку на водные объекты с учетом технического уровня водопользования), так и хозяйственные функции (по эксплуатации, строительству и проектированию систем регулирования стока, водоподаче, очистке сточных вод, восстановлению водных объектов и др.).

Эффективное осуществление контрольных функций в системе УВР вызывает необходимость использования бассейнового подхода к работе соответствующих служб: главного управления природных ресурсов Минприроды РБ, областных комитетов и районных инспекций природных ресурсов и охраны окружающей среды, включая обеспечение выполнения бассейновых водохозяйственных схем и разделов территориальных комплексных схем охраны окружающей среды (ТерКСООС), координацию и лимитирование всех работ и действий в речных бассейнах, влияющих на состояние вод, межгосударственное и межобластное согласование мер по водообеспечению и охране вод, нормативно-методическое регулирование этих функций.

Для регулирования и контроля выполнения хозяйственных функций другими ведомствами и непосредственно водопользователями следует использовать специализированные службы, интегрирующие и упорядочивающие всю деятельность в области проектирования, строительства, эксплуатации, использования и охраны поверхностных и подземных вод, осуществляющих и другие меры, оказывающие существенное влияние на эколого-водохозяйственную обстановку в пределах речных и озерных водосборов.

Организация системы бассейнового управления вызывает необходимость создания организационных структур, разработки экономического механизма и инструментов управления, использующих системный подход (Апацкий, Усенко, Щербаков, 1999). Примеры типов и функций бассейновых организаций можно найти в работе (Руководство по интегрированному управлению водными ресурсами в бассейнах) и использовать тот тип, который наиболее полно будет подходить для Беларуси. Переход экономики страны на «рыночные» отношения неизбежно должен затронуть и водные ресурсы. Ниже на основании обобщения международного опыта и основных положений национальной

стратегии УР Беларуси сформулированы основные принципы, на которых должна базироваться современная система УВР и водопользованием.

Водные поверхностные и подземные ресурсы территориально замкнуты и едины в пределах соответственно водосборных речных и подземных бассейнов, поэтому для управления ими следует использовать бассейновый подход, при котором возможно сбалансировать как качественные, так и количественные аспекты водопользования в управлении. В условиях развивающейся социально ориентированной «рыночной» экономики, система государственного управления и контроля водными ресурсами и водопользованием нуждается в реформировании и подкреплении нормативными и законодательными актами финансово-экономического механизма водопользования. В качестве основного принципа реформирования отрасли должен быть использован принцип самофинансирования.

Водные объекты (некоторые реки, озера и подземные воды) в Беларуси имеют явно выраженный трансграничный характер, поэтому при организации управления водопользованием необходимо учитывать этот аспект, т.е. ориентироваться при организации системы управления на признанные международные принципы использования трансграничных водных объектов.

В основу организации в республике системы УВР должен быть положен принцип комплексности их использования и учета взаимовлияния, с опорой на всеобъемлющее информационное обеспечение всей системы управления.

Реализация системы эффективного УВР возможна лишь при ее дифференциации по уровням государственного и хозяйственного управления, с разграничением полномочий и реализацией на практике экономической самостоятельности и ответственности региональных (муниципальных) образований и хозяйствующих субъектов, с учетом мнения общественности. Необходимо установить и соблюдать единые требования по водопользованию. С этой целью должны быть разработаны и утверждены нормативные документы по стандартизации в области водопользования, согласующиеся с законодательством Беларуси. Для обеспечения возможности реального и эффективного управления водными ресурсами в республике необходимо осуществить ряд важнейших организационных и научно-технических мероприятий: реализовать бассейновый принцип УВР, который позволяет:

- более полно учитывать и использовать природно-ресурсный потенциал республики, объективно оценивать качество воды в речных бассейнах на основе целевых показателей качества воды в водных объ-

ектах, а не на выходе из систем канализации или других выпусков;

- составлять планы управления водными ресурсами для больших речных бассейнов на основе экономико-экологических моделей развития территории с учетом сложившейся демографической ситуации и размещения производства.

Осуществить систему мероприятий по совершенствованию платежей в водохозяйственном секторе. Существующая система их сбора никак не связана с реальной ситуацией на конкретном водном объекте и состоит из двух частей: налоговой (за использование водных ресурсов в пределах установленных лимитов) и штрафной (за превышение лимитов). В ней отсутствуют гарантии возврата этих средств для решения водно-экологических проблем. Требуется пересмотра и уравнивающая система льготирования за использование воды в жилищно-коммунальном секторе.

При внедрении «рыночных» отношений в водном хозяйстве следует опираться на понятие необходимых затрат, стоимости и цены воды с учетом процедуры определения целевых показателей ее качества. В связи с этим скорректированная система платежей в общих чертах представляется следующей. Налоговая часть платежей сохраняется как плата на содержание государственных органов управления. Штрафная часть должна определяться, исходя из установленных целевых показателей качества воды и направляться на развитие непосредственно водного хозяйства. Необходимо поэтапно отменить практику льготирования в системе жилищно-коммунального хозяйства и совершенствовать систему платежей за водопользование и водоотведение. Налоги и платежи должны быть целевыми и использоваться для решения целевых программ и задач.

С целью сохранения и воспроизводства водных ресурсов необходимо, чтобы все водопользователи, органы контроля и управления имели один и тот же экономический интерес - использовать воды как можно меньше и как можно меньше ее загрязнять.

Основными показателями экономического стимулирования водосбережения и водоохраных мероприятий могут быть: объем сэкономленной воды, стоимость ликвидируемого ущерба, объем водоотведения, количество основных загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты до и после осуществления водоохраных мероприятий и др.

Эффективное водопользование возможно лишь при использовании принципа самофинансирования. Его применение позволяет заложить основы УР водохозяйственного сектора, поскольку вода при всей ее экологической и социальной значимости должна стать товарным



продуктом. В процессе добычи и подготовки вода приобретает стоимость и, следовательно, потребитель должен покупать ее по реальной цене, формирующейся в рыночных условиях.

Субъекты хозяйственной деятельности должны сами оплачивать свои водоохранные проекты, а их реализация должна включать систему кредитования, стимулирования и административного контроля.

Коренной переработке и корректировке подлежат нормативно-правовая и законодательная базы, экономический механизм водопользования, стимулирующий модернизацию водохозяйственных систем на всех уровнях. Необходимо осуществить перераспределение и четкое разделение функций между административными и новыми бассейновыми органами, связанными с управлением, охраной и контролем состояния водных ресурсов.

УВР должно базироваться на использовании научно-обоснованной системы экологических ограничений любых форм хозяйственной деятельности независимо от форм собственности, реализованной в виде стандартов и экономических нормативов, обеспеченных организационной, правовой и контрольной инфраструктурой.

Для обеспечения возможности эффективного УВР трансграничных водных объектов необходимо в дополнении к межгосударственным соглашениям по трансграничным водным объектам определить режим и качество транзитных вод в пограничных створах в условиях разной водности рек. Они должны содержать программы водоохранных и других мероприятий в пределах контролируемой водосборной площади. Необходимо разработать и принять правила регулирования и эксплуатации трансграничных водных объектов. Одним из возможных путей повышения эффективности использования водных ресурсов является управление водохозяйственной деятельностью на бассейновом уровне. За рубежом его называют интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) в бассейне (Руководство по интегрированному управлению водными ресурсами в бассейнах). Два–три десятилетия назад ученым-водникам Беларуси приходилось с сожалением констатировать, что несмотря на научные обоснования и предложения об организации бассейнового управления использованием и охраной водными ресурсами они не находили своего практического решения. Это было связано в первую очередь с тем, что в республике отсутствовала четкая единая государственная система УВР выстроенная от начала до конца в привязке к речным бассейнам. Разработанные белорусскими учеными Схемы комплексного использования водных ресурсов, а позже Планы УВР в бассейнах трансграничных рек, разрабатываемые зарубежными и белорусскими экспертами по международным проектам мягко говоря «ложились на полку».

Для координации деятельности по водным ресурсам и водопользованию автором неоднократно рекомендовалось создать отдел госконтроля бассейнового УВР в Минприроды РБ. В его структуре предлагалось иметь два бассейновых сектора (Балтийское и Черноморское), для решения проблем управления водными ресурсами на региональном уровне. Рекомендовалось также создать два бассейновых управления: Балтийского моря и Черного моря. Эти органы могли бы могли бы быть размещены: Балтийское управление в Витебске или Гродно, Черноморское – в Могилеве или Гомеле. Для нового отдела госконтроля бассейнового УВР и двух новых бассейновых управлений предлагалось разработать специальные положения, в которых должны быть регламентированы их полномочия, цели и задачи управления, порядок взаимодействия с государственными и муниципальными органами. Рекомендовалось разработать механизм взаимодействия между хозяйствующими субъектами и общественностью. Эту деятельность также предлагалось регламентировать и очертить нормативными и подзаконными актами. В функции отдела госконтроля бассейнового УВР Минприроды РБ должны были входить: сбалансированный учет и обеспечение интересов различных водопользователей в пределах речных бассейнов; утверждение водохозяйственных балансов, схем комплексного использования водных ресурсов, режимов эксплуатации водохранилищ; координация работ прямо или косвенно затрагивающих состояние водных ресурсов и экологических систем, зависящих от водного режима, согласование возможных работ на водных объектах или в пределах водоохраных зон и прибрежных полос, ограничение водоотбора и многое другое. Научное обеспечение вопросов УВР целесообразно было обеспечивать республиканскому унитарному предприятию «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», входящий в систему Минприроды РБ (Калинин, 2012).

В 2011 г. в стране была разработана и утверждена «Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 г.», в которой в частности отмечалось, что организация управления в области использования и охраны водных ресурсов в республике строится на основе административно-территориального деления. В международной практике широко применяется другой подход, основанный на комплексном управлении водными ресурсами. Основопологающим для данного подхода является признание того факта, что речной бассейн – идеальная единица для организации управления водными ресурсами, включая подземные воды. Ключевой составляющей успешного функционирования бассейнового принципа считается его самокупаемость (пользователь и загрязнитель платят), финансовая солидарность (расходование средств в соответствии с установленными приоритетами) и финансовые стимулы.

Согласно международной практике, институционально управление осуществляется наблюдательным советом и исполнительным органом. В функции наблюдательного совета входят вопросы стратегического планирования и контроль за деятельностью исполнительного органа. Исполнительный орган действует по принципу самокупаемости и осуществляет оперативную деятельность, связанную с планированием и реализацией конкретных мероприятий (Водная стратегия, 2011). Отмечалось, что национальное законодательство позволяет внедрить бассейновый принцип управления, который будет способствовать разделению хозяйственных и контрольно-распорядительных функций и позволит решить следующие задачи:

- оценить современное и перспективное состояние водных ресурсов с учетом пространственно-временных колебаний и изменений основных элементов водного баланса речных водосборов, влияния на них различных природных и антропогенных факторов;
- разработать бассейновые схемы управления водными ресурсами трансграничных рек;
- создать модель функционирования бассейна малых рек и на ее основе оптимизировать комплексное использование водных ресурсов;
- разработать методы эксплуатации гидротехнических сооружений, водного транспорта, рекреационных мест в условиях уменьшения стока рек.

В то время в Стратегии качестве приоритетных направлений запланированы следующие мероприятия:

- разработка схем комплексного использования и охраны вод бассейнов рек;
- разработка новых и актуализация существующих правил эксплуатации водохранилищ;
- ведение государственного водного кадастра;
- ведение мониторинга водных объектов в составе национальной системы мониторинга окружающей среды;
- поэтапное введение в практику бассейнового принципа управления водными ресурсами.

В 2014 г. была принята новая редакция Водного Кодекса Республики Беларусь. В соответствии со статьей 19 этого Кодекса в целях разработки рекомендаций по охране и рациональному (устойчивому) использованию водных ресурсов для бассейнов рек Днепр, Западная Двина, Западный Буг, Неман и Припять предусматривалось создание бассейновых советов.



**Рис. 2. Река Днепр в черте города Могилев**

Бассейновые советы являются межведомственным и межтерриториальным консультативным органом. Решения бассейновых советов являются рекомендательными и направляются в соответствующие местные исполнительные и распорядительные органы, в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Решения бассейновых советов учитываются при разработке планов управления речными бассейнами, а также при разработке программ, региональных комплексов мероприятий в области охраны и использования вод в границах речных бассейнов. Порядок деятельности бассейновых советов определяется Советом Министров Республики Беларусь. Состав бассейновых советов утверждается Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Порядок деятельности бассейновых советов определен постановлением Совмина от 02.03.2015 № 152, а порядок создания

бассейновых советов утвержден постановлением Минприроды РБ от 04.05.2015 № 19.

В соответствии с утвержденным порядком бассейновые советы создаются в составе председателя бассейнового совета, двух его заместителей, секретаря и членов бассейнового совета. Председателем бассейнового совета является заместитель председателя областного исполнительного комитета, на территории деятельности которого создан бассейновый совет, а секретарем бассейнового совета - представитель территориальных органов Минприроды РБ этой области.

В состав бассейновых советов включаются представители государственных органов, водопользователей, а также общественных объединений и научных организаций. Состав бассейновых советов формируется Минприроды с учетом предложений заинтересованных. Количество членов бассейнового совета не должно превышать 15 человек.

Представители общественных объединений включаются в состав бассейнового совета в случае, когда их деятельность в соответствии с учредительными документами направлена на охрану и рациональное использование водных ресурсов

К настоящему времени в Беларуси созданы три бассейновых совета: в г. Могилев (для бассейна р. Днепр, 2016 г.), в г. Брест (для бассейна р. Западный Буг, 2017 г.), в г. Гомель (для бассейна р. Припять, 2018 г.).



**Рис. 3. Река Западный Буг в черте города Брест**



**Рис. 4. Река Припять**

Создание бассейновых советов является значимым событием для Республики Беларусь на пути проведения гармонизации национального законодательства в области охраны и использования вод с законодательством соседних стран, в том числе Европейского союза.

### Использованная литература

1. Водный Кодекс Республики Беларусь от 30.04.2014 г.
2. Калинин М.Ю. Подземные воды и устойчивое развитие. – Минск: Белсэнс, 1988. – 444 с.
3. Руководство по интегрированному управлению водными ресурсами в бассейнах. Под рук. Ж.Ф. Донзиера (МСБО) и М. Уолша (ГВП). Русская версия руководства сайт: [www.gwpcasena.net](http://www.gwpcasena.net), [www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net)
4. Апацкий А.Н., Усенко В.С., Щербаков Г.А. Концепция организации бассейнового управления использованием и охраной водных ресурсов в Беларуси// Природные ресурсы. 1999. № 2. С. 24-29.
5. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 г. Утверждена Решением коллегии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 11.08.2011 № 72-Р
6. Калинин М.Ю. Об организации бассейнового управления по использованию и охране водных ресурсов в Республике Беларусь // Водное хозяйство и интегрированное управление водными ресурсами в странах ВЕКЦА: проблемы и решения, Ташкент, 2012 (сборник научных трудов СВО ВЕКЦА). – С.7-14

## **Использование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях Южного Казахстана как резерв повышения водообеспечения**

**Анзельм К.А., Керимшеев С.Т., Эсанбеков М.Ю.**

**Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция  
Комитета по водным ресурсам  
Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан**

В настоящее время возросла зависимость водообеспечения ирригационных систем Казахстана от стока трансграничных рек из Китая, России, Узбекистана и Кыргызстана, составляющего 44 % от общего притока поверхностных вод. Наблюдается тенденция сокращения трансграничного стока вследствие ускорения экономического и социального развития соседних стран, а так же в связи с изменением климата. Согласно прогнозам, приток трансграничных рек может сократиться на 40 % уже к 2030 году [1].

Опыт эксплуатации ирригационных систем Казахстана показывает, что современные системы управления водными ресурсами и защиты водных ресурсов от истощения и загрязнения на ирригационных системах приводят к нарушению природного равновесия на орошаемых экосистемах. В результате чего ускоряются процессы загрязнения поверхностных и подземных вод, повышается уровень деградации орошаемых земель и неустойчивость функционирования орошаемого земледелия в целом.

В условиях Южного Казахстана, где орошаемые земли расположены в бассейнах трансграничных рек, водообеспеченность действующих ирригационных систем колеблется в пределах 75-95 %, а в маловодные годы опускается до 50-60 %. В то же время огромные объемы коллекторно-сбросных и сточных вод, формирующиеся в речных бассейнах (до 30-50 % от водоподачи), сбрасываются за их пределы, загрязняя водные источники и ухудшая окружающую среду на прилегающих территориях. Объем коллекторно-дренажных вод (КДВ) отводимых за пределы ирригационных систем южных регионов Казахстана составляет 1,2-1,5 км<sup>3</sup> [2]. Аналогичная ситуация сложилась на орошаемых землях Мактааральского района Туркестанской области (бывшая Южно-Казахстанская область), где оросительная вода поступает с территории Узбекистана. Это является основной предпосылкой к

повышению водообеспеченности орошаемых земель Мактааральского массива путем использования КДВ на орошение и грунтовых вод на субирригацию.

В конце 1980-х годов прошлого века минерализация реки Сырдарья в среднем течении достигала 1,2-1,4 г/л. Результаты многолетних наблюдений за динамикой минерализации коллекторно-дренажных и грунтовых вод показывают, что их минерализация из года в год снижается. Например, КДВ Мактааральского массива в вегетационный период изменяется в пределах 1,5-3 г/л. По химическому составу КДВ изменяются от сульфатно-гидрокарбонатного до сульфатно-хлоридно-натриевого типа. Оценка качества воды по ирригационному коэффициенту (по Приклонскому) от 3 до 12. Опасность осолонцевания (по SAR) менее 10 мг.экв., которая относится к слабо опасной степени. Это указывает на возможность их использования на орошение и промывку засоленных и склонных к засолению земель [3].

Мактааральский район Туркестанской области находится в самой южной части Республики Казахстан и по всем направлениям, кроме северного, граничит с Республикой Узбекистан. Основной вид деятельности в этом районе производство продукции растениеводства на орошаемых землях, площадь которых составляет 147,1 тыс.га. Здесь сосредоточен основной клин земель занятым под хлопчатником (94,8 тыс.га). Под овощи и бахчи отведено 29,5 тыс.га, под кормовые и зерновые культуры 12,5 тыс.га, под сады и виноградники 2,9 и прочие 5,8 тыс.га.

Основным источником орошения орошаемых земель Мактааральского района является межгосударственный магистральный канал (ММК) «Достык», в который вода подается с территории Узбекистана.

В связи с переходом с 1993 года эксплуатации водохозяйственного комплекса верховья реки р.Сырдарья с ирригационного на энергетический режим начались проблемы с водообеспеченностью орошаемых земель подвешенных к каналу «Достык» казахстанской части. Для решения данной проблемы был построен машинный канал с водоподачей из Шардаринского водохранилища расходом  $60 \text{ м}^3/\text{с}$  тремя каскадами насосных станций.

Однако, в маловодные годы в связи с низким уровнем воды в чаше Шардаринского водохранилища работа машинного канала не позволяет достигать проектного объема забора воды. К примеру, в период пикового водопотребления сельскохозяйственных культур (июль-август) с 5 по 8 августа 2016 года на территорию Мактааральского района по ММК



«Достык» подавалась менее  $20 \text{ м}^3/\text{с}$ , что в 4,5 раза ниже утвержденного лимита, а в 2018 году 9 и 12 августа до 20 раз (рис. 1).

Очевидно, для своевременного полного обеспечения орошаемых земель района поливной водой, кроме поверхностных водных ресурсов также необходимо изыскать внутренние резервы по повышению водообеспечения орошаемых земель. К таким ресурсам можно отнести повторное использование на орошение КДВ как из скважин вертикального дренажа (СВД), так из коллекторно-дренажной сети.

По расчетам годовой объем фактической общей водоподачи за 2016-2017 гг. на используемую площадь орошаемых земель соответственно составило 816,8 и 849,9 млн.  $\text{м}^3$  или 84-87 % от плана (лимит 977,7 млн.  $\text{м}^3$ ) водоподачи, объем водоподачи в вегетационный период в эти годы соответственно составил 482,9-524,9 млн. $\text{м}^3$  или 74-75 % от плана водоподачи за вегетационный период, а в июль-август месяцы, в самый пик водопотребления, объём водоподачи составил 70-74 % [4].

То есть следует отметить, что если в целом за весь год или за весь вегетационный период нехватка воды составляет от 15 до 20 %, то именно в период максимального водопотребления июль-август месяцы нехватка воды составляет от 25 до 30 % (рис. 2).

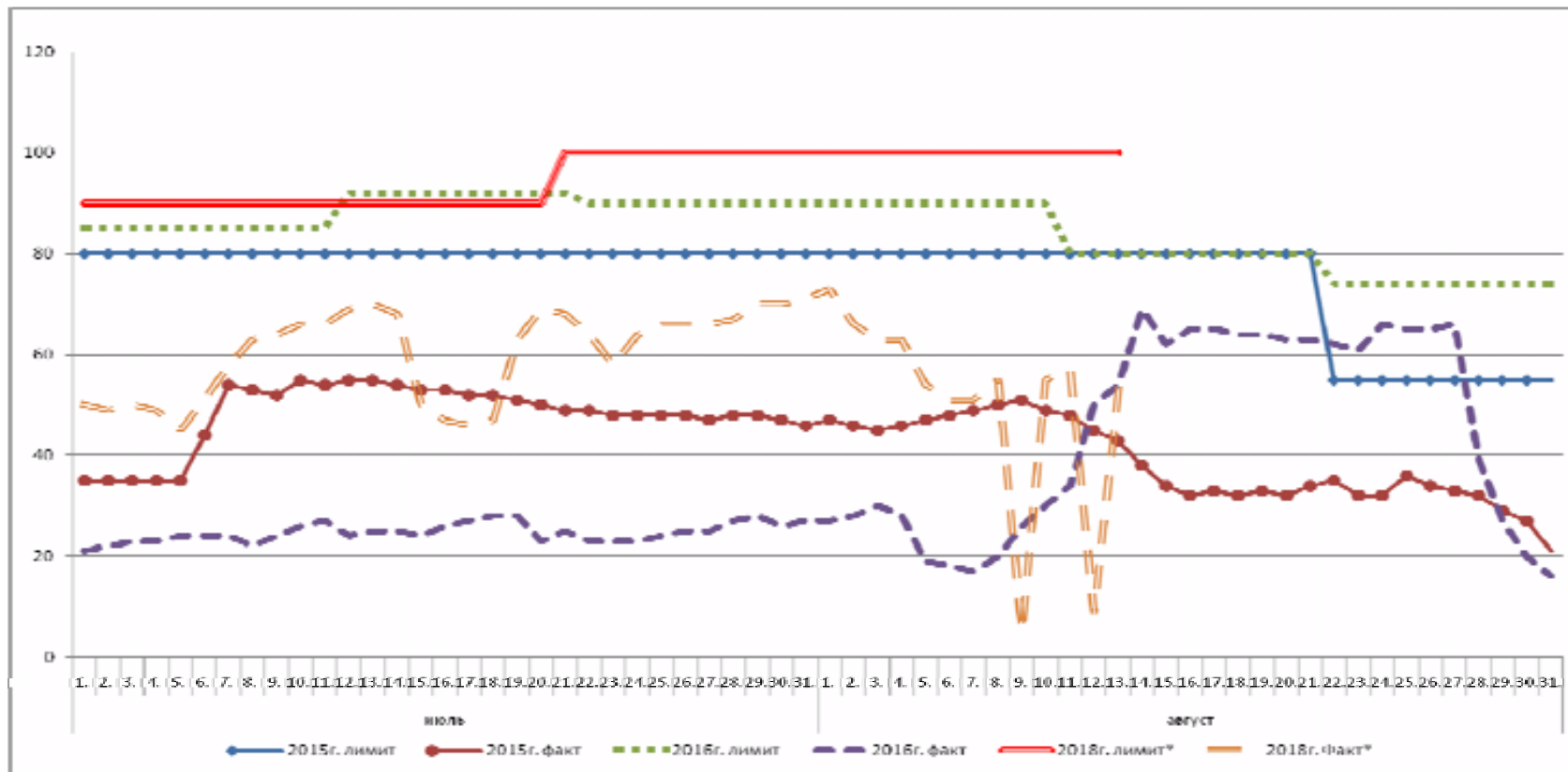


Рис. 1. Ежедневный расход воды на канале «Достык» в июле-августе 2015, 2016, и 2018\*гг. (м³/с)

\* - Данные за 2018 год до 13 августа (оперативные).

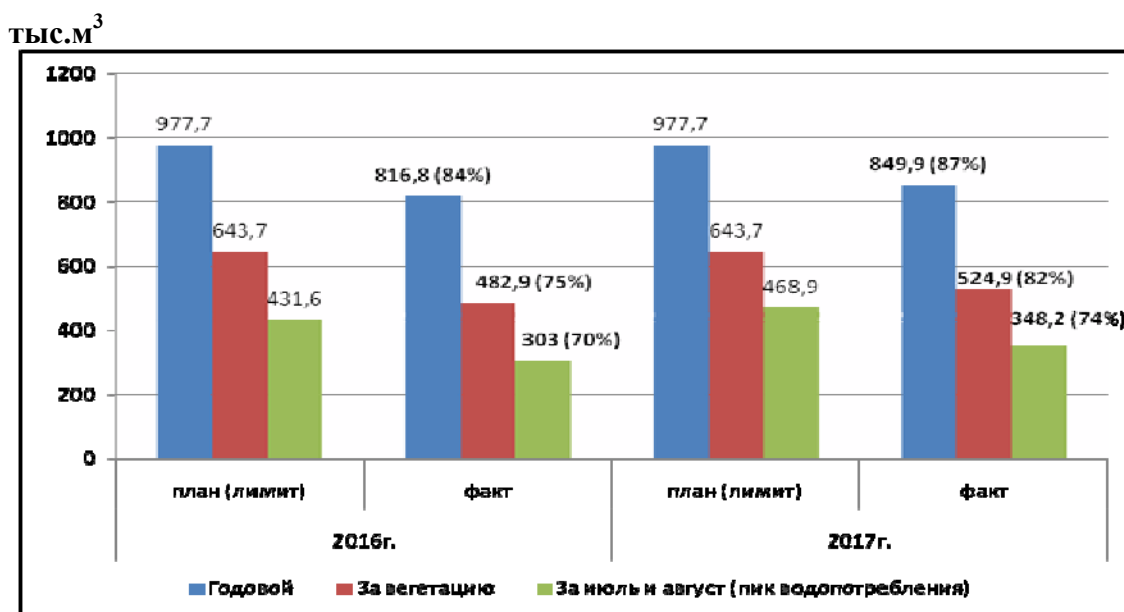


Рис.2 – Плановые и фактические объёмы водоподачи за 2016-2017 гг.

Средневзвешенная годовая оросительная норма сельскохозяйственных культур в 2017 году составила 5,8 тыс.м<sup>3</sup>/га, а вегетационный период за последние семь лет она составляла в среднем 3,7 тыс.м<sup>3</sup> (рис.3).

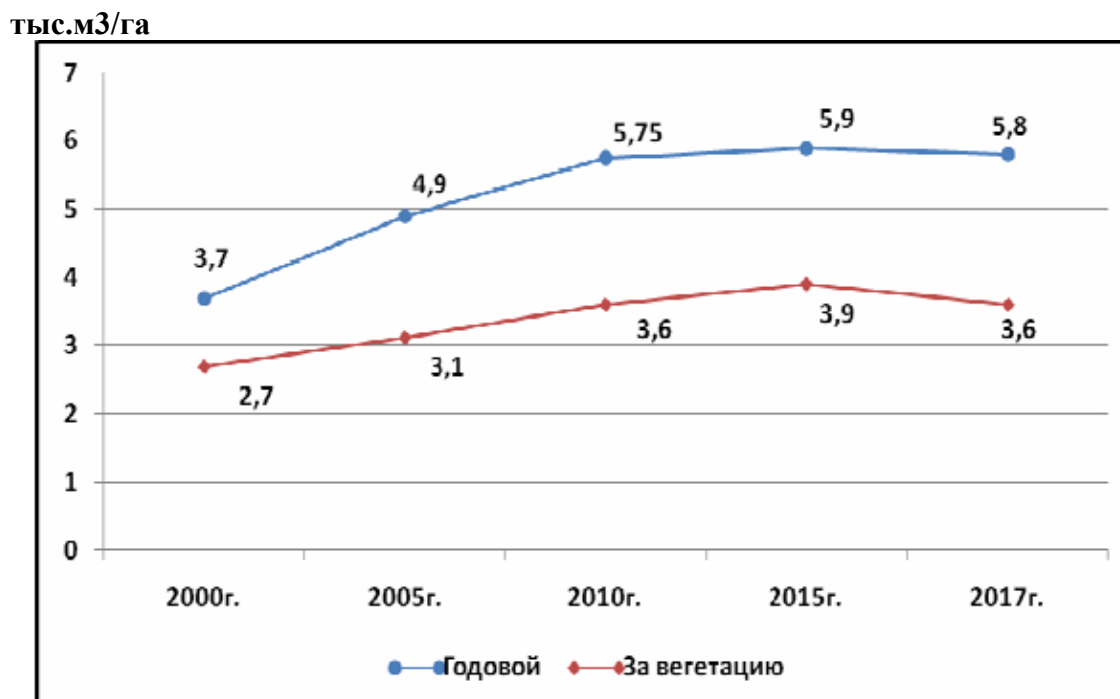


Рис.3 - Динамика распределения удельной водоподачи на орошаемых землях Мактааральского района за 2000-2017 годы

При анализе внутривегетационного (июль-август) лимита водоподачи установлено, что в эти месяцы он должен составлять 282,45-300,7 млн.м<sup>3</sup>, а фактический объём водоподачи в среднем за последние три года составил 188,3-200,5 млн.м<sup>3</sup>, т.е. объём недопоставки воды составил 90,0-100 млн.м<sup>3</sup>.

Практический опыт по повторному использованию КДВ на орошение для восполнения дефицита оросительной воды в районе имеется. По данным Мороза И.К., в маловодный 1975 год на орошение хлопчатника и других культур использовалось 50 млн.м<sup>3</sup> дренажной воды, а в 1979 по 1987 годы на полив из СВД использовалось ежегодно от 7,6 до 41 млн.м<sup>3</sup> дренажной воды. За расчетный период были приняты июль-август (60 дней) два месяца с самым высоким суточным водопотреблением [5].

Исходя из этого, недостаток воды предлагается восполнить за счет открытых коллекторно-дренажных сетей. Средний объём которых с 2000 года составил около 204,2 млн. м<sup>3</sup>, в том числе в июль-август месяцы около 42,0 млн. м<sup>3</sup> (рис. 4).

При этом минерализация воды в коллекторах за последние пять лет составляет в среднем до 2 г/л, что позволяет даже без смешивания использовать на повторное орошение (рис. 5). То есть, согласно многолетним данным в июль-август месяцы для орошения можно использовать КДВ в объёме 42,0 млн.м<sup>3</sup>, которое позволит повысить водообеспеченность на площадь 11,6 тыс.га, а в среднем за вегетационный период при объёме КДВ 100,2 млн.м<sup>3</sup> на площадь 27,8 тыс.га.

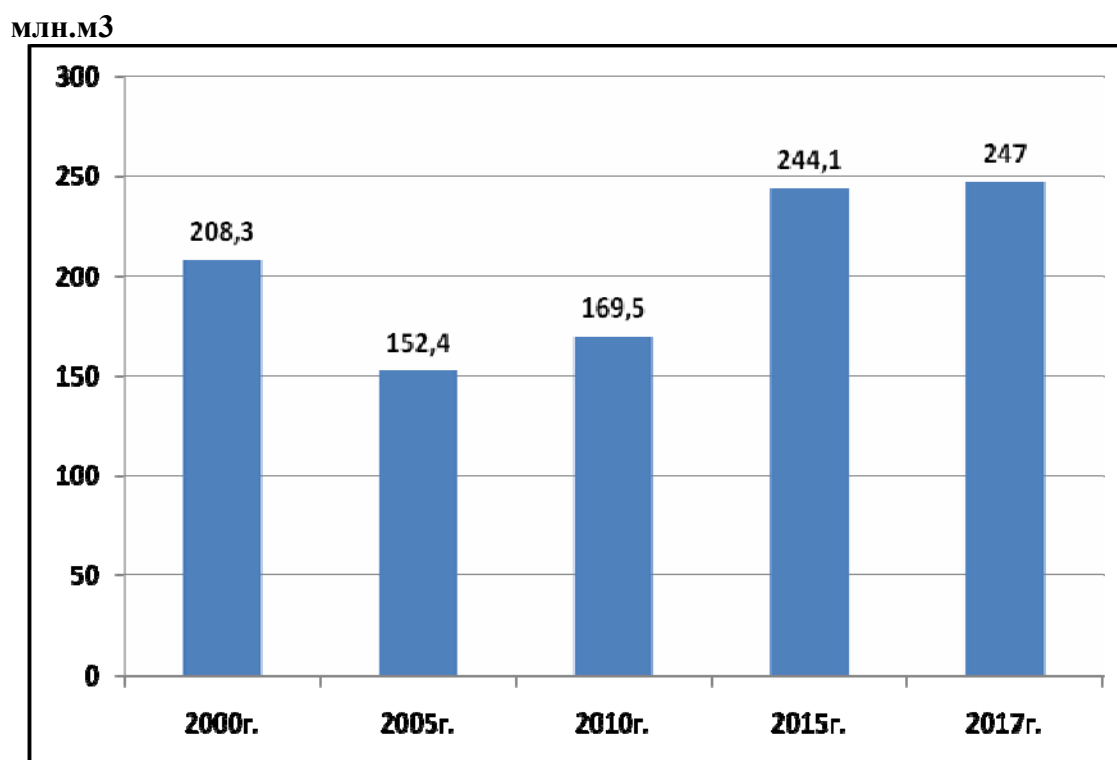


Рис. 4 Динамика дренажного стока Мактааральского района за 2000-2017 годы

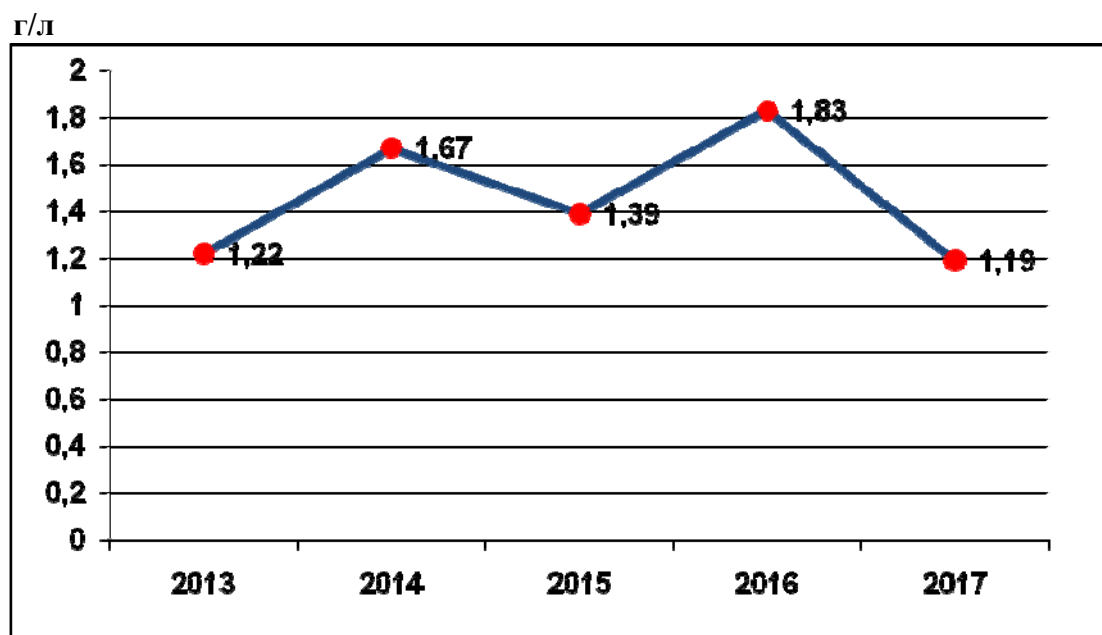


Рис. 5 Минерализации дренажных вод Мактааральского района  
за 2013-2017 годы

Кроме того, из СВД, расположенных на орошаемых землях в трёх сельских округах в количестве 146 шт., а так же в зоне мониторинга проекта усовершенствования ирригации и дренажа и проекта управления водными ресурсами и восстановления земель в количестве 218 шт., из которых всего 94 шт. оборудованные под водосброс двойного действия, по проекту общий объем откачиваемой воды в вегетационный период составляет 17,25 млн. м<sup>3</sup> (рис. 6). В основном минерализация воды составляет более 4 г/л, где рекомендуется смешивать с оросительной водой в пропорции до 1:5.



**Рис. 6** Использование грунтовых вод на орошение из СВД двойного действия

В итоге в вегетационный период для орошения в Мактааральском районе можно использовать КДВ в объеме 117,4 млн.м<sup>3</sup>, которое обеспечит поливной водой около 32,6 тыс.га орошаемых земель.

Одним из обязательных условий использования КДВ на орошение в летнее время является, то что в осенне-зимний период на этих землях необходимо провести промывной полив речной водой.

**Использованная литература**

1. Государственная программа по управлению водными ресурсами Казахстана на 2014-2020 гг. Утративший силу с 2016 года;
2. Р.Бекбаев Эколого-мелиоративная оценка коллекторно-дренажных вод для интегрированного использования на ирригационных системах. Труды КазНИИВХ, Тараз, 2016г., том I, 108 с.
3. Беспалов Н.Ф., Шуравилин А.В., Афанасьев В.П. Доступная минерализация поливной воды для орошения хлопчатника в старой зоне освоения Голодной степи. Труды СоюзНИХИ, выпуск 38. Мелиорация и орошение хлопчатника. Ташкент, 1977 г., стр.21-26;
4. Сводные мелиоративные отчеты Мактааральского отдела мониторинга орошаемых земель РГУ «ЮК ГГМЭ» КВР МСХ РК за 2000-2017 гг. Шымкент;
5. Мороз И.К. Улучшение засоленных земель. Алмата, Кайнар, 1993 г., 40 стр.

## **Процессы опустынивания в Приаралье. Сохранение природной среды**

**Стулина Г.В., Эшчанов О, Рузиев И, Зайтов Ш.**

**Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии**

### **Введение**

Проблема высыхания Аральского моря в международном плане стоит в числе первоочередных экологических задач, которые необходимо решать в экстренном порядке, последствия которой пока носят континентальный характер. В повестке дня Саммита МФСА в городе Туркменбаши поднимались актуальные вопросы сотрудничества стран Центральной Азии по улучшению экологического состояния бассейна Аральского моря в условиях глобального изменения климата.

Выступая на заседании глав государств–учредителей Международного Фонда спасения Арала в г Туркменбаши, Президент Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиеев сказал: «Безусловно, в нашей региональной повестке проблема высыхания Аральского моря занимает особое место–это наша общая боль. Ее негативные последствия усугубляются. Регион Приаралья продолжает охватывать возникшая там пустыня».

Ш.М. Мирзиеев отметил в своем выступлении, что для кардинального улучшения неблагоприятной экологической ситуации в регионе нужны решительные и нестандартные меры.

Мировая общественность к проблеме Арала возвращается ни единожды. На Будапештской встрече ОБСЕ (1994) и в Копенгагене (1995), а также более широко на сессии Генеральной ассамблеи ООН, названной «Саммитом тысячелетия» (2000) было отмечено, что Аральский кризис приобрел общепланетарное значение, о чем было подтверждено и бывшим Генеральным секретарем ООН Пан Ги Муном при посещении им зоны Аральского моря в апреле 2010 года.

Но к сожалению, процесс опустынивания Приаралья не затухает и это обостряет экологическую и социально-экономическую ситуацию в регионе.



Выступление Ш Мирзиеева и решения Саммита дают надежду на прогресс в решении проблемы Арала.

И что очень важно – в выступлении президента было отмечено о необходимости развития научной кооперации и проведения междисциплинарных исследований, в том числе на площадке Научно-информационных центров МКВК и МКУР.

Ниже представлены результаты работ по проектам, реализованным с участием Научно-информационного центра Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (НИЦ МКВК):

1. 2004-2006. «Стабилизация и использование осушенного дна Аральского моря» - PN 04.2037.2-001.01. совместно с GTZ
2. 2006-2011. «Вода в Центральной Азии» (CAWA), совместно с GFZ (Институт Земли, Потсдам, Германия)
3. 1994-2018. Мониторинг Аральского моря

Объектами исследования являются:

- Аральское море
- Дельта Амударьи
- Обсохшее дно Аральского моря

Методы исследования

- Сбор и анализ статистических данных
- Изучение, дешифрирование и анализ космических снимков
- Наземный мониторинг
- Организация и проведение экспедиций

### **Опустынивание Приаралья**

Основным экологическим последствием усыхания Аральского моря является интенсивное развитие процессов опустынивания территории Приаралья. Процессы опустынивания, носят в основном антропогенный характер на фоне глобальной аридизации климата.

Зарегулирование стока рек бассейна Сырдарьи и Амударьи при освоении новых орошаемых земель привели к деградации природных комплексов в дельтах рек. Процесс опустынивания начинает проявляться с 1960-х годов, после 1980-х годов деградация природно-ресурсного потенциала приобретает необратимый характер.

Измерение природных комплексов CoastalArea происходит за счет двух процессов:

1. С падением уровня моря увеличиваются площади новой суши.

Открытое морское дно на значительной площади обсохло и охвачено опустыниванием. Очаги дефляции и выноса солей, ранее занимавшие узкую полосу вдоль побережья теперь распространились вглубь бывшей акватории моря. Только в течение периода 1990-2000 моря отступило на 20-32 км. Территория обсохшего дна приобретает облик песчано-солончаковой пустыни площадью почти 3,6 млн. га является источником выноса пыли и солей.

Преобладание литологических комплексов легкого механического состава, высокая энергетическая способность ветрового режима создают условия для образования в пределах осушенного дна большого скопления подвижного рыхлого материала. Нами подсчитано, что за последние 10 лет площади песков в Приаралье увеличилась со 187 тыс. га до 335 тыс. га.

2. Происходит опустынивание дельтовой территории Приаралья.

В условиях резкой аридизации произошло изменение гидроморфных почв дельты, переход их в автоморфные разности, выпадение из эволюционной цепи аллювиальных почв.

Общая площадь солончаков возросла более чем в 3 раза.

Опустынивание земель в дельте сопровождаются неизбежной деградацией зональных почв, снижением биологической активности, обеспеченности питательными элементами.

Процессы опустынивания в регионе приводят к потере ресурса природных комплексов и обостряют экологическую и экономико-социальную ситуацию региона.

Последствиями деградации природных комплексов являются:

- сокращение площади озер в дельтах рек
- падение уровня грунтовых вод;
- развитие солепылепереноса ;
- деградация почвенного покрова;
- рост площадей солончаков и песков ;
- сокращение площадей тростников ;
- сокращение тугайных лесов;
- аридизация климата.

Деградация природных комплексов в регионе сопровождалась экономическим ущербом в 115 млн. долл. в год и социальным ущербом 28,8 млн. долл. в год.

По масштабам, темпам, направленности и глубине проявления, опустынивание в Приаралье классифицируется как слабое, умеренное, сильное и очень сильное.

*Слабое опустынивание* характеризует состояние природной системы как условно-естественное, в которой все составляющие ландшафта функционируют в пределах экологической нормы и опустыниванию подвержено менее 5 % площади территории.

*Умеренное опустынивание* характеризуется проявлением негативных процессов, которые приводят к изменениям внутриландшафтных и межландшафтных связей на площади 5-25 %, не нарушая внутреннего единства и целостности всего природного комплекса.

*Сильное опустынивание* характеризуется снижением биологического разнообразия и устойчивости природных комплексов с длительным периодом их восстановления. При данном классе опустынивания изменения в ландшафтной структуре отмечается на 25-50 % площади.

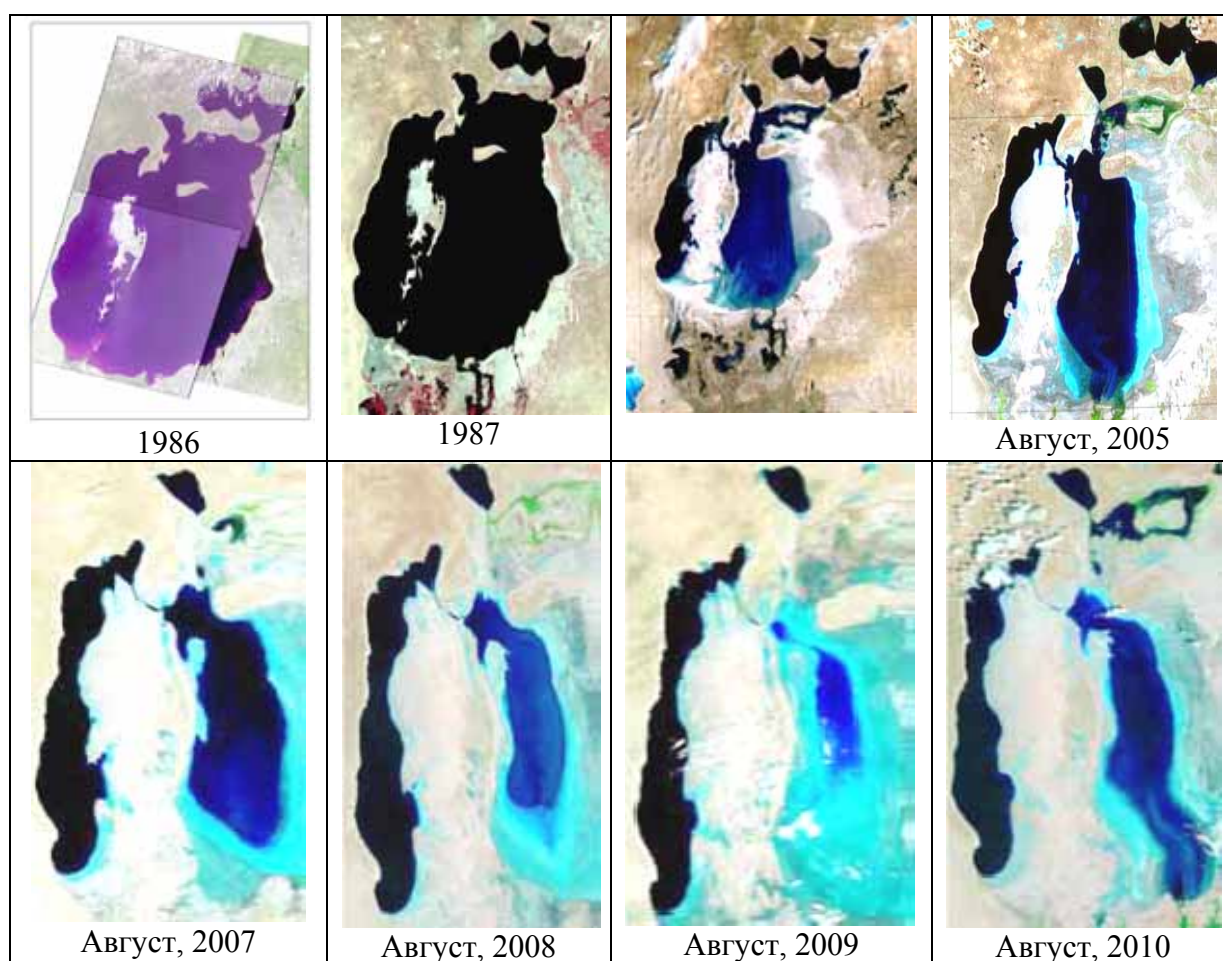
Очень сильное (катастрофическое) опустынивание характеризуется потерей биологического разнообразия, практически необратимыми нарушениями морфологической структуры ландшафтов и охватывает более 50 % территории.

В нижней части дельты процесс опустынивания наиболее выражен. В условиях недостаточной обводненности процесс деградации гидроморфных почв продолжается, происходит полная трансформация плавнево-болотных почв и преобладание обсыхающих вариантов лугово-болотных и аллювиально-луговых почв очень сильной степени засоления, увеличение площадей такыровидных почв, песков и солончаков.

Интенсивность этого процесса определяется особенностями мезо- и макрорельефа и региональных экологических условий. В период зарегулирования стока практически все гидроморфные почвы характеризуются высокой степенью засоления. Особенно этот процесс характерен для начальных стадий опустынивания почв.

### Мониторинг Аральского моря

Нами проведена обработка изображений спутниковых снимков. Данные показывают, что после уменьшения количества поступления воды в дельту и Аральского море в сентябре 2011 года уровень воды в Восточном море понизился на 0,8 м – с отметки воды 28,4 м до отметки 27,6 м. Соответственно, объем воды уменьшился в два раза и составил в остаточном объеме 3,0 км<sup>3</sup>. В Западном море уровень воды остался неизменным на уровне 27,8 м, объем воды 53,27 км<sup>3</sup>.



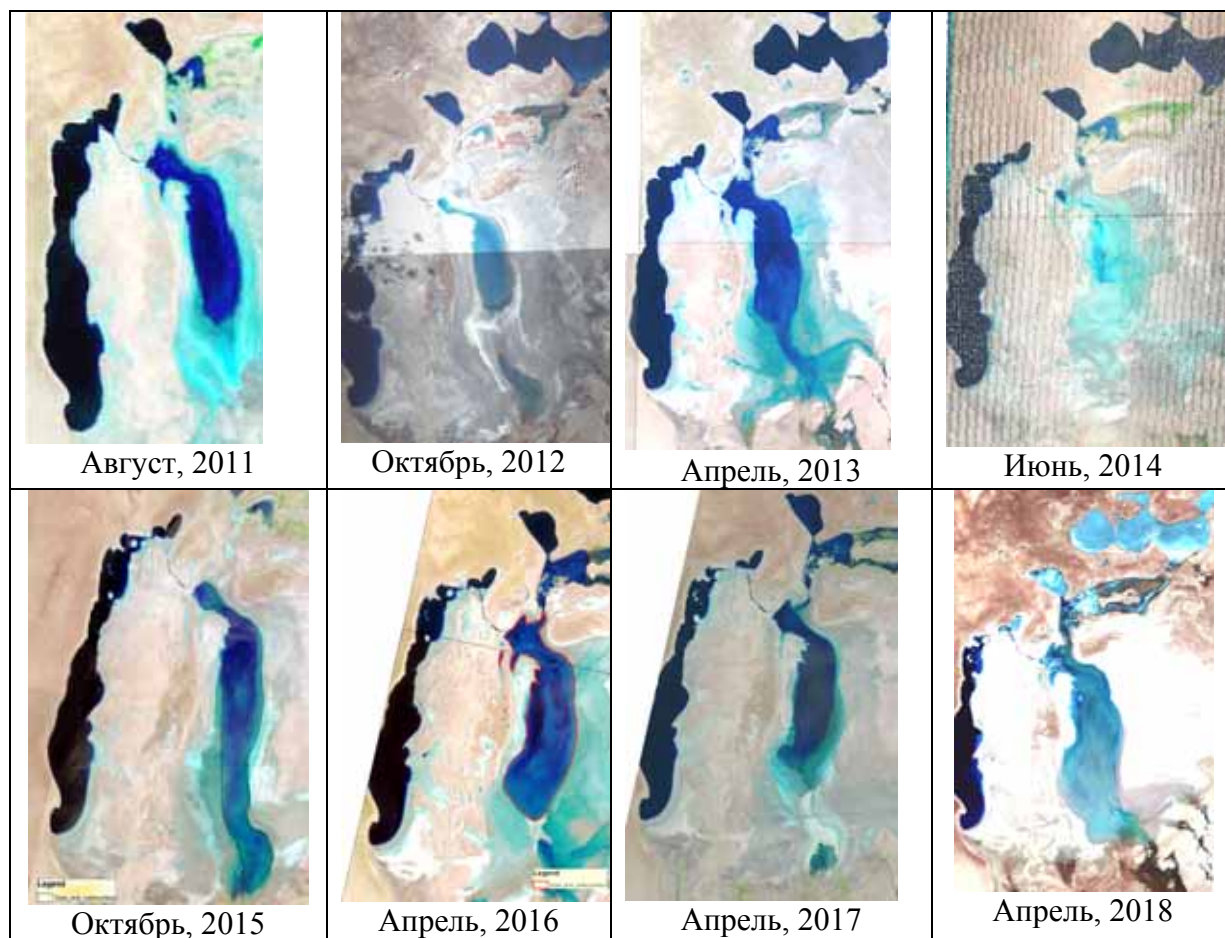


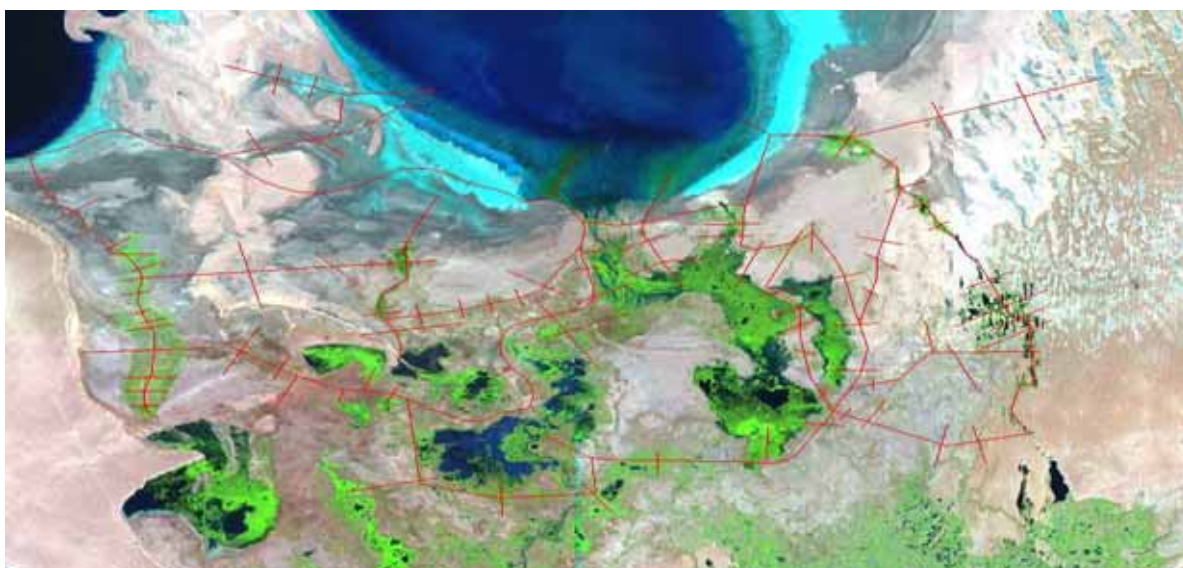
Рис. 1. Снимки Landsat (MSS, TM, ETM и OLI)

### Мониторинг обсохшего дна моря

Общая площадь обсохшего дна моря в настоящее время составляет около 6,0 млн. гектаров, и эта площадь ежегодно увеличивается. 70 % территории состоит из плоских солончаковых равнин, а остальная часть – незакрепленные гуляющие пески. Вместе с этим идет активный процесс образования подвижных песков и солончаков, которые служат источником выноса песка, пыли и соли на прилегающие земли Приаралья, местом зарождения пыльных бурь. Обсохшее дно моря представляет собой неуравновешенную экологическую систему, требующую постоянного мониторинга с целью обеспечения мероприятий по ее устойчивости. Процессы, которые в обычное время проходят веками, ныне акселерированно занимают жизненный цикл одного поколения. Научную ценность их мониторинга трудно переоценить.

## Мониторинг обсохшего дна Большого Аральского моря

За период выполнения проектов было организовано 9 экспедиций на обсохшее дно моря и прилегающую территорию. Экспедиции носили комплексный характер, в состав их входили эколог, почвовед, гидрогеолог, ботаник. Было описано более 800 тестовых участков в координатах, заложено более 300 почвенных разрезов. Исследовались экологические, почвенные условия изучаемой территории, оценивалось состояние посадок и посевов крупных кустарников, состав и густота насаждений, описан рельеф территории. Работа проводилась совместно со специалистом по ГИС (рис. 2).



**Рис. 2. Схема полевых исследований на территории обсохшего дна Аральского моря**

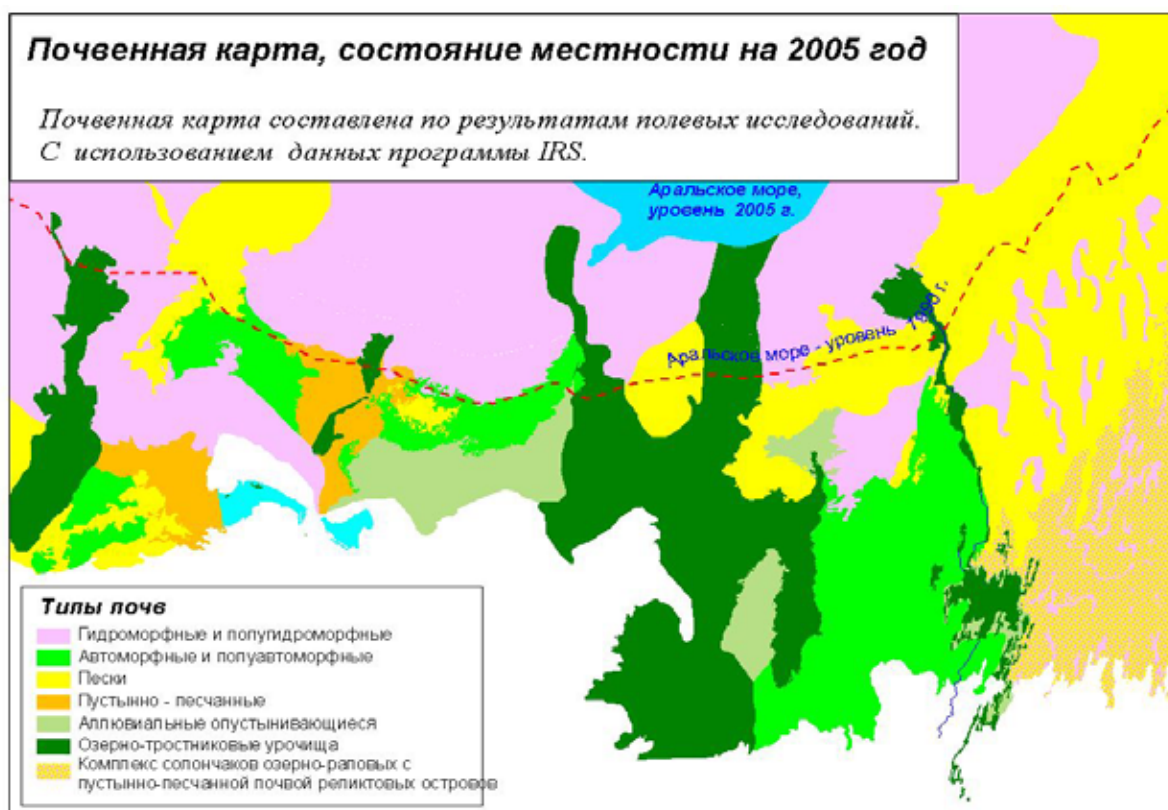
Состав и методы полевых исследований:

- Гидрогеология: уровень грунтовых вод и их минерализация.
- Почва: генетическое описание, механический состав, гумус, карбонаты, гипс, засоление, состав солей, тип почвы.
- Растительность: состав, состояние, проективное покрытие.
- Экология: стабильность ландшафтов, риск.
- Классификация в рамках спутниковых снимков.

При исследовании территории обсохшего дна Аральского моря использовались два типа спутниковых снимков - IRSLISS и Landsat

На осушенном и освобождающемся дне моря развивается как процесс опустынивания, так и процесс естественного почвообразования. Направленность этих процессов определяется сложным сочетанием изменения уровней грунтовых вод, формированием нового ландшафта, эоловым переносом, формированием новых почв и растительного покрова. Все эти процессы взаимосвязаны.

Главным индикатором этих процессов является характеристика поверхности, и, в первую очередь, характеристика почвенного покрова. Процессы высыхания Аральского моря привели к образованию новой формации почвенного покрова обсохшего дна (рис. 3).



**Рис. 3. Почвенная карта, состояние местности на 2005**

Усыхание Аральского моря продолжается, в связи с чем изменяются гидрогеологические условия почвообразования, особенно в современной прибрежной зоне. На последних стадиях развития почв солончаковые процессы, вызванные гидроморфными условиями, затухают, но во много крат возрастает роль аридно-зонального фактора, под влиянием которого дальнейшее развитие почв идет типично по пустынному типу. При изучении

почвенного покрова на обсохшем дне Аральского моря нами были выделены и описаны следующие разновидности приморских почв: солончаки полугидроморфные, солончаки гидроморфные, солончаки полуавтоморфные, солончаки автоморфные, пустынно-песчаные почвы, опустынившиеся аллювиально-луговые дельтовые почвы, пески, закрепленные в различной степени. Часто почвы встречаются в сочетаниях и комплексах, отражая пестроту почвенного покрова обсохшего морского дна. На рис. 3 представлена результирующая почвенная карта.

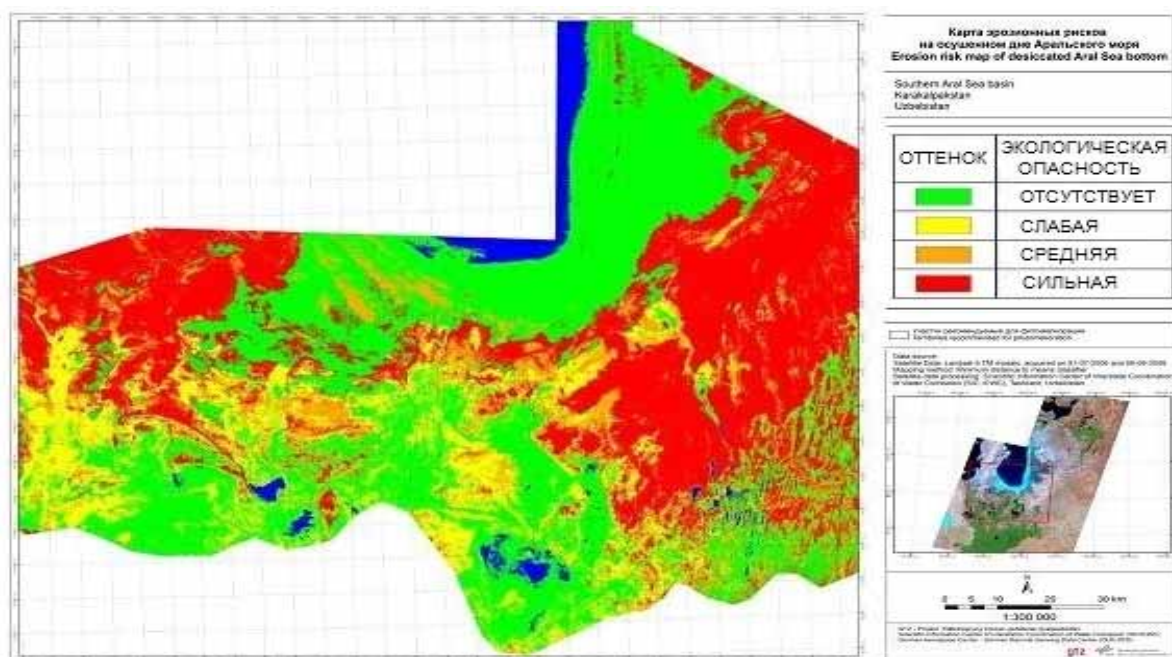
Почвенный покров является главным определителем экологической стабильности и экологической опасности (риска), так как состояние и динамика почвенного покрова практически определяет направленность происходящих в биологически активном слое процессов. Сравнение с предыдущей почвенной съемкой 1990 года (НИИ почвоведения, Сектименко В.Е., 1991) показывает, что за 15 летний период произошло увеличение автоморфных солончаков более, чем на 50 тыс. га, за счет снижения уровня грунтовых вод и перехода гидроморфных почв в их автоморфные аналоги. Сформировались 233,5 тысяч га пустынно-песчаных почв, что является позитивным признаком. Однако, значительно увеличилась площадь под песками, с 172 тыс. га до 322 тыс. га, что указывает на интенсификацию эрозионных процессов на обсохшем дне. К сожалению, в настоящее время не изучается процесс глубокого генетического изменения и развития почв в осушенной части моря. Не проводятся микробиологические исследования, особенно важные для изучения первичного почвообразовательного процесса, которые бы позволили бы установить особенность, и направленность его.

Для проведения контролируемой классификации были собраны и оценены эталоны (на снимке Landsat), характеризующие выше перечисленные классы (ERDASIMAGINE 8.4. TourGuides, ERDASInc., 1999).

Было выделено 19 классов и проведена оценка их экологической опасности. Согласно шкале экологической опасности и согласованному распределению классов по степени экологической опасности создана тематическая «Карта эрозионных рисков» и рассчитаны площади по каждому классу экологической опасности для всей узбекской территории Приаралья (рис. 4):

- Нет (практически отсутствует) - 858 621 га;
- Слабая - 311 353 га;
- Средняя - 280 842 га;
- Сильная - 785 035 га.





**Рис. 4. Карта эрозионных рисков**

В процессе всех экспедиций обследовалось состояние растительности, приуроченной к определённым видам ландшафта и к развитию динамических процессов на осушенном дне моря. По отчётности, представленной Управлением лесного хозяйства Каракалпакстана, средние темпы посевов и посадок составляли по 12 тысяч гектар в год, площадь, охваченная искусственными лесонасаждениями на осушенном дне моря, на момент исследований составила 225.5 тысяч га. Нами были обследованы 14 массивов с общей площадью 80 341 га, из которых нормально развивается 66-69.2 %. Параллельно с искусственными посадками усиленно распространяется само зарастание. Представляет интерес, что если общая площадь биопокрытия выросла на 471 тыс. га, идущий процесс самозарастания охватывает площадь 250 тысяч га.

Как установлено, ныне общая площадь зоны сильного риска составляет 785 тысяч га осушенного дна моря на территории Узбекистана. По прогнозу, общая площадь зоны осушки моря увеличится в будущем в пессимистическом варианте еще на 500 тысяч га (половина площади осушки, приходящаяся на территорию республики).

В пределах зоны сильного риска выделяются (рис. 5) территории усиленного развития негативных процессов, на которых под влиянием эоловых и гидрохимических процессов в условиях аридного климата и

антропогенных изменений увлажненности могут возникать источники стрессовых явлений. К таким источникам следует отнести:

- барханы и подвижные пески. В процессе экспедиций был обнаружен ряд таких очагов, при этом скорость их перемещения оказалась в пределах 4 км в год (2 км за полугодие);
- наличие массивов песчаных незакрепленных ландшафтов с легким мехсоставом, которые могут легко сформироваться в движущийся бархан;
- повышенное содержание легкорастворимых солей в почвогрунтах, создающих угрозу гибели уже существующей растительности и особо древесной;
- формирование участков успешного солепылевыноса, включающее вынос и аккумуляцию легких фракций поверхностных отложений (пыли и пылевого песка) и дальнейшего их переноса;
- пересыхающие или временные водотоки или скважины, которые питают водные объекты в пустыне, служащие источником жизни.

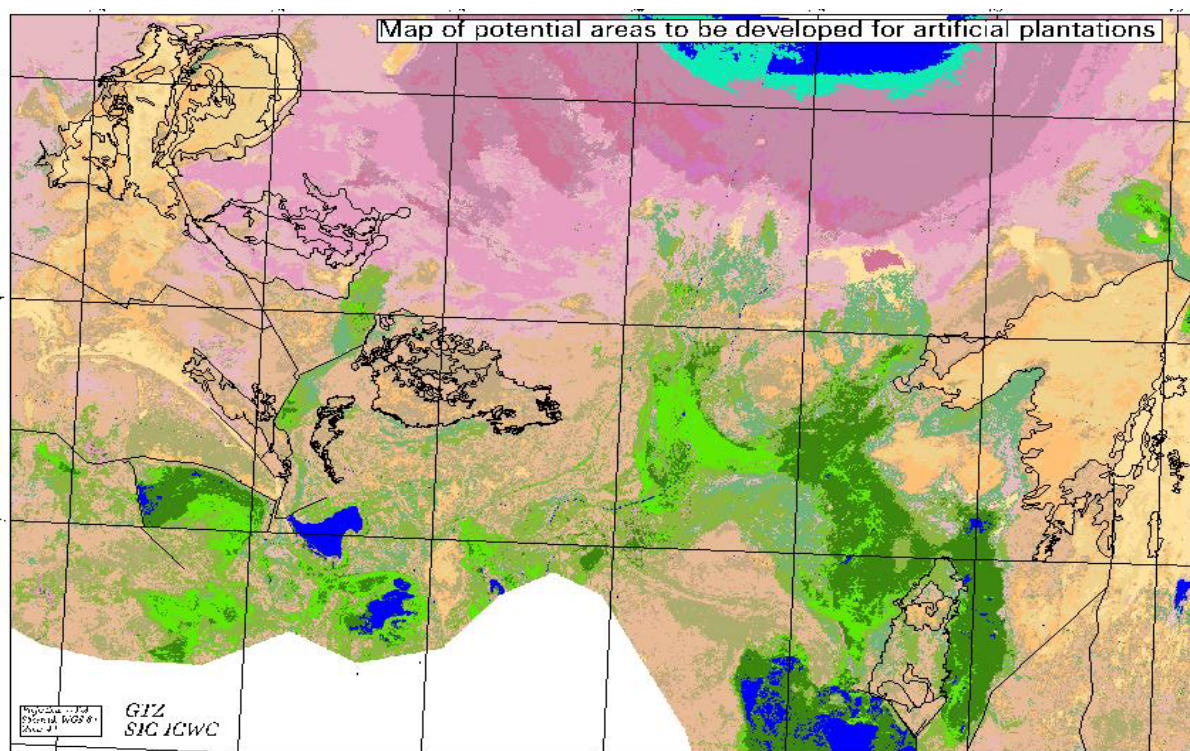


Рис. 5. Зоны предполагаемого освоения и закрепления

## Мониторинг дельты

Одна из целей работы САВА в 2009-2011 годах заключалась в проведении мониторинга дельты реки Амударьи (расходы и качество поверхностных и грунтовых вод) и на Аральском море – воды (изменения уровня моря и минерализации), почвы (состав соли), а также мониторинг подземных вод. Данная работа является логическим продолжением трехлетних исследований, проведенных в рамках проекта «Стабилизация и использование осушенного дна Аральского моря в Центральной Азии», результаты которого свидетельствуют о значительной динамике ландшафтов в процессе высыхания моря и образования новой суши. Данная работа заключается в изучении не только внешних, но и глубинных процессов, происходящих в их взаимодействии на суше, море, на обсохшем дне и в Приаралье, выявление динамики подземных и грунтовых вод.

В целях улучшения качества мониторинга в дельте р.Амударьи и Приаралье в начале 2011 года за счет проекта САВА было осуществлено строительство 21 новых гидропостов. В настоящее время эти гидропосты сданы эксплуатационным организациям и по ним ведутся наблюдения по расходам и уровням горизонтов воды в каналах, коллекторах и озерных системах в дельте реки Амударьи.

Результаты исследований по уточнению объемов воды, необходимых для экологического поддержания дельтовых озерных систем показывают, чтобы сохранить экологическую стабильность в дельте, в маловодный год необходимо как минимум до 3,5 км<sup>3</sup> воды. В частности, определено, что необходимые объемы воды для поддержания экологически устойчивого профиля дельты реки Амударьи и подпитки озерных систем на площади 180 тыс.га требуют для многоводных лет 8 км<sup>3</sup> воды, для среднего года – 4,6 км<sup>3</sup> в год.

В маловодные годы дельта Амударьи может практически не получать воду (пример 2000-2001 гг.), а в многоводные годы служить бампером для слива излишков воды (1992, 1998, 2010). В 2000-2001 гг. сток Амударьи оказался наиболее низким за всю историю гидрологических наблюдений. Минимально требуемый объем воды в размере 3,5 км<sup>3</sup> не был обеспечен последовательно в 2006-2007, 2007-2008 и 2008-2009 годы, а затем в 2009-2010 гидрологическом году в дельту подано около 20 км<sup>3</sup> воды. Такой нестабильный режим подачи воды не может поддерживать экологический баланс в дельте.

Мониторинг изменения площади водной поверхности озерных систем дельты р. Амударьи, в регионе Южного Приаралья показывает, что

каждый отдельный водоем имеет сложный гидрологический процесс и зависит от объема поступления воды.

Такие озера как Каратерен, Судочье является водоприемниками коллекторно-дренажных вод с территории орошаемых земель. Например, в озерную систему Судочье поступает вода из ГЛК и Устюртского коллектора. Большинство озер дельты р. Амударьи зависит от поступления речной воды из самой Амударьи, например озера Муйнак, Рыбачье и Междуреченское водохранилище. В озеро Джилтырбас поступает смешанная – речная и коллекторно-дренажная – вода.

В течение последних десятилетий, многие озера Приаралья служили водоприемниками сбросных и дренажных вод с территории орошаемых земель. Эти озера в ближайшем будущем, если не будет подачи пресной воды, вообще нельзя будет использовать для рыбохозяйственных целей и разведения кормовых растений (камыша). При этом главным вопросом, конечно же, является сохранение оз. Судочье.

Анализ статистических данных по общему годовому поступлению воды в Аральское море и дельту р.Амударьи за период 1992-2017 гг. показывает характеристику изменчивости речного стока. При этом количество катастрофически маловодных год увеличивалось с 2000 года, а колебания ежегодных поступлений воды в дельту р.Амударьи изменяется от 0,403 км<sup>3</sup> в 2001 году до 20,3 км<sup>3</sup> в 2010 году.

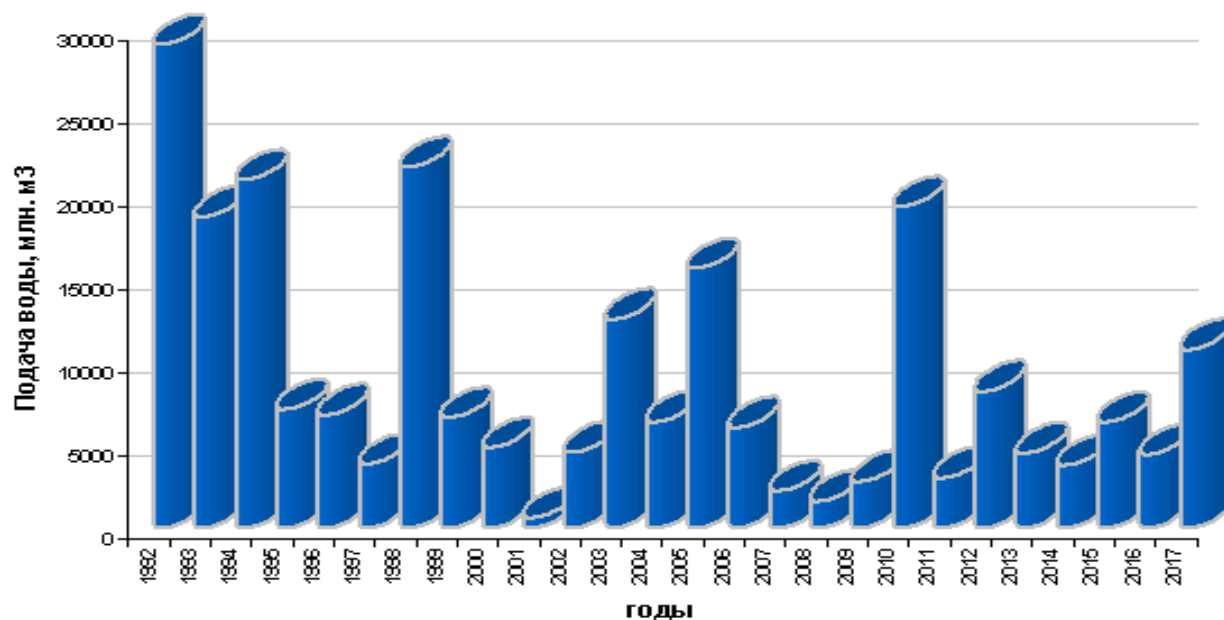


Рис. 6. Общая подача воды за год в Аральское море и дельта р.Амударьи за период 1992-2017 гг., млн.м<sup>3</sup>

Результаты анализа данных подачи воды в дельту реки показывают, что не только резкие колебания общей подачи воды за год является характерным, но также резкие колебания подачи воды наблюдаются по месяцам в течение внутри годового периода, это видно из динамики изменения поступления воды в дельта р.Амударьи. Кроме того, динамика изменения площади водной поверхности озерных систем по месяцам очень изменчивая и не стабильная, поэтому каждый отдельный водоем имеет сложный гидрологический процесс и зависит от объема поступления воды. И в целом очень сложной процесс гидрологической ситуации дельты реки Амударьи.

Как мы видим, для того чтобы решить гидрологическую проблему для покрытия экологических требований необходимо создание системы постоянного мониторинга озерных систем и ветландов. С другой стороны изучение экосистемы должно включать и жизнь людей в этом регионе, изменение их образа жизни.

С этой целью НИЦ МКВК ведет, совместную работу с донорами по реализации проекта мониторинга осушенного дна Аральского моря и дельта реки Амударьи.

### **Сохранение природной среды**

Для разработки и осуществления мероприятий по сохранению природной среды прежде всего необходимо провести детальный мониторинг состояния поверхности земли, состояние естественной растительности и искусственных посадок, что принимать решения, позволяющие стабилизировать и в дальнейшем улучшить экологическую обстановку в Приаралье. Для перспективного развития и разработки природоохранных мероприятий очень важно оценить ландшафт осушенного и осушающегося дна моря с позиции возможных изменений, развития процессов дефляции, пыле- и солепереноса. В основу таких оценок должна быть положена классификация ландшафтов в увязке с почвенным покровом, состоянием растительности и другими факторами. Таким образом, уточнив все площади возможной стабилизации ландшафта и организовав постоянный мониторинг этих территорий, можно не допустить на них нарастания зон сильного риска.

Одним из главных направлений работы в борьбе с опустыниванием является проведение работ по воспроизводству лесных насаждений. Это нашло отражение в Национальной программе Узбекистана по борьбе с опустыниванием. В этих целях предлагается создать Региональный центр по выращиванию саженцев пустынных и кормовых растений.

По данным ученых Узбекистана есть возможность в течение 10-12 лет покрыть лесными насаждениями все высохшее дно моря.

Поэтому актуальным является вопрос о выделении участков на осушенной части дна Аральского моря, наиболее целесообразных для облесения в настоящее время. Для этого целесообразно разработать и организовать порядок выбора места и сроков новых посадок, отработать методику изысканий под них (почвы, гидрогеология, ландшафт), определить сроки и виды посадок или посевов, организовав в зоне риска.

С учетом полученных экспериментальных материалов необходимо доработать рекомендации по освоению обсохшего дна Аральского моря и опустынивающейся дельты, включая способы освоения.

Практики наработали ряд приемов закрепления песков и подготовки территорий под фитомелиорацию. Целесообразно силами местных специалистов развить эти возможности, организовав под руководством АН Каракалпакстана специальные работы по проектам освоения этих земель. Итогом этому может быть подготовка рекомендаций по освоению будущих территорий стабилизирующегося дна. В зависимости от условий каждого конкретного участка, выбранного для облесения, рекомендации могут быть различными.

Учитывая низкую приживаемость, необходимо проанализировать ретроспективу освоения территории: способ посадок, посевов, качество семян и т.д. с одновременной динамикой изменения ландшафтов. Для этого необходимо провести специальные исследования и сопоставить время посевов с исходными гидрогеологическими и почвенными условиями, а также проследить динамику условий в процессе роста.

Помимо натурных обследований на осушенной части дна Аральского моря, наиболее эффективными методами решения этой задачи являются методы дистанционного зондирования с привлечением спутниковых снимков и ГИС.

Для повышения точности дистанционного мониторинга необходимо использовать как спутники LADSAT, MODIS, IRS, так и современные, позволяющие снимать территорию с большей точностью и частотой снимка, такие как Sentinel.

Уникальная разработка Sentinel-2 позволяет снимать поверхность с точностью до 10 метров. Главным инструментом аппаратов Sentinel-2 являются мультиспектральные камеры, ведущие съемку в 13 оптических диапазонах. Четыре диапазона из них относятся к видимому и ближнему инфракрасному излучению планеты и обеспечивают снимки самого высокого разрешения (10 метров на пиксель). Следующие шесть диапазонов относятся к коротковолновой инфракрасной и красной

областям спектра. Красной здесь называется та область, в которой происходит резкий переход от поглощения хлорофиллом оптического излучения к отражению. Она несет в себе ключевую информацию о количестве растительности и различных ее особенностях. Разрешение снимков в этой области составляет 60 метров на пиксель. Последние три диапазона необходимы для коррекции атмосферных искажений.

Снимки в необходимых спектральных диапазонах складываются учеными для получения необходимой информации о распространенности растительности

### **Заключение**

Считаем, что необходимо срочно применить весь комплекс мероприятий, направленных на снижение экологической напряженности в Регионе. Должен быть основополагающий документ, который бы отражал реальную картину, складывающуюся в последнее время на осушенном дне Аральского моря. К сожалению, лесоводы и мировая общественность лишены такого документа, без которого невозможно реально оценить экологическую ситуацию и спрогнозировать проведение работ на ближайшее десятилетие.

Основные задачи сохранения природной среды определены как:

1. Постоянное наблюдение и контроль процессов, происходящих на осушенном дне Аральского моря;
2. Обеспечение национальных и региональных органов власти, а также международных организаций технического и финансового содействия постоянной информацией об изменении состояния осушенного дна Аральского моря и дельты реки Амударья
3. Оценка ситуации в ветландах Приаралья;
4. Разработка рекомендаций по предупреждению развития негативных явлений в дельте и в дельте Амударьи и на осушенном дне моря;
5. Определение путей для устранения деградации окружающей среды и восстановления биоразнообразия в дельтах Амударьи и Сырдарьи.

## **Проблемы управления водными ресурсами на оросительных системах Кыргызстана**

**Маматалиев Н.П., Аскаралиев Б.О., Омурзаков К.Э.**

Все республики Центральной Азии прошли через период политических, социальных и экономических потрясений, последовавших после обретения независимости. Сельское хозяйство является важной частью государственной экономики этого региона. И хотя прошло уже 27 лет после обретения независимости, эффективность движения к рыночной экономике все еще в процессе развития. Хотя все страны ЦА движутся по пути рыночных реформ, темпы изменений в них различны. По оценке Департамента по международному развитию [5], в Кыргызстане видны самые быстрые изменения.

В Кыргызстане, как и во многих других аридных странах ЦА, более 90% водных ресурсов, ежегодно используется в сельскохозяйственном секторе(5). Орошение, наряду с повышением урожайности сельхозкультур, придает устойчивость сельскохозяйственному производству, что особенно важно в современных условиях для стран с переходной экономикой.

Кыргызская Республика (КР) имеет достаточный запас водных ресурсов – 47,4 км<sup>3</sup> [2]. Водные ресурсы республики сосредоточены в основном в крупных трансграничных реках, однако сельское хозяйство, как правило, базируется на использовании малых рек, чьи водные ресурсы ограничены.

В КР в настоящее время проводится второй этап водно-земельной реформы, направленной на стабилизацию экономики и повышение жизненного уровня населения [5]. В республике интенсивно проходит процесс реструктурирования хозяйств в акционерные общества, кооперативы и небольшие семейные фермы.

В советский период все орошение концентрировалось на базе совхозов и колхозов, имеющих до 7000 га орошаемых земель, при среднем размере около 2000 га. В современных условиях земельные наделы составляют от 0,1 га до 5 га [5]. Кроме того, Кыргызстан быстро ограничил вмешательство государства в сельское хозяйство. Вследствие этого резко возросло число мелких собственников, а отсутствие государственного



заказа на сельхозпродукцию привело к тому, что структура посевов землепользователей не контролируется. Это предоставило фермерам существенные возможности, хотя возникли проблемы в связи со слабым развитием рынка сбыта сельскохозяйственной продукции и недостатком опыта маркетинга.

По исследованиям, проведенным нами в течение последних трех лет, очень мелкие по масштабу фермерские хозяйства в Кыргызстане отрицательно влияют на рентабельность и жизнеспособность орошаемого земледелия. В сельскохозяйственном секторе имеет место падение в объеме производимой продукции за счет снижения урожайности сельскохозяйственных культур, а также сокращения площади орошаемых земель. За 1991-1994 гг. орошаемая площадь в Кыргызстане сократилась на 13 %. Бедность преобладает и затрагивает до 60-80 % населения в сельских районах Кыргызстана [5].

Несмотря на вышеизложенное, в республике существуют широкие возможности для разработки стратегии устойчивого развития. В связи с этим очень важно изучить вопросы рационального использования водных ресурсов.

В современных условиях предпринят ряд мероприятий по реформе водного управления [1, 3]. В их число входит реорганизация водной администрации, создание ассоциаций водопользователей (АВП) и введение таких экономических инструментов, как плата за услуги по подаче воды.

Со стороны законодательной структуры уже сделаны шаги к более устойчивому управлению водой: в современных условиях около 300 АВП охватывают 450 тыс. га орошаемых земель, или около 40 % общей площади орошения [5]; приняты «Закон об АВП» (2002), «Закон о воде» (1995), «Земельный кодекс» (2002), «Водный Кодекс» (2005). С другой стороны, реформационный процесс еще не закончен и требует принятия дальнейших мер.

В реформах в области управления водными ресурсами в Кыргызстане предусматривается ввод концепции интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР). Данный подход основан на принципах интеграции экономических, экологических и социальных аспектов в управлении ВР.

Как отмечается в [4], «ИУВР – это искусство подачи требуемого объема воды приемлемого качества в требуемое место и в требуемое время». Для реализации ИУВР необходимы несколько взаимосвязанных элементов: инженерная инфраструктура (оросительные системы); организационная инфраструктура (водохозяйственные предприятия);

инструменты управления (правовая и научно-методическая база); система мониторинга (гидрометрическая и информационная база). Кроме того, необходима система соответствующего финансирования и инициатив.

Ключевыми принципами ИУВР являются управление водой в пределах гидрографических границ, учет и оценка водных ресурсов, привлечение к участию в управлении всех заинтересованных сторон, тесная увязка их по горизонтали и вертикали. Таким образом, ИУВР – это комплексный процесс. Ниже приводятся основные положения по практической реализации вышеназванных принципов.

В Кыргызстане до сих пор используется отраслевой принцип управления, при котором функции и ответственность в сфере водных отношений распределены между различными министерствами и ведомствами. В регулировании водных отношений задействованы также республиканские структуры и органы местной государственной администрации. Структура департамента водного хозяйства предусматривает 40 районных управлений водного хозяйства и семь бассейновых (БУВХ). Такая структура была сформировано еще в советский период и в основном совпадает с административными территориальными границами.

Однако, как известно, вода подчиняется физическим законам и не признает административных границ. Например, основная водная артерия Чуйской долины КР р. Чу, берет начало в Кочкорском районе Нарынской области, проходит по 5 административным районам Чуйской долины и уходит на территорию соседнего Казахстана.

В каждой области имеется множества малых рек межрайонного и межреспубликанского масштаба, водами которых пользуется различные хозяйственные субъекты, территориальные расположенные в разных административных границах. Как правило, воды этих рек полностью разбираются на орошение и не всегда могут удостоверить потребности всех водопользователей. Практически все оросительные системы в таких условиях приспособляются к режиму, созданному чиновниками ДВХ. На основе этого появляется так называемый лимитный план водопользования, что не позволяет получить запланированный фермерами урожай. Кроме того, имеются случаи влияния районной администрации. Все эти эпизодические управленцы вмешиваются в процессе водопользования, не имея полной информации о состоянии использования ВР в зоне данного бассейна или ОС.

Поэтому, на наш взгляд, наиболее целесообразно ввести гидрографический принцип управления ВР. Перестройка системы управления ВР по гидрографическому принципу потребует изменения

территориальных границ между областными управлениями водного хозяйства. В Кыргызстане около 800 мелких рек, поэтому создавать на каждой из них свое управление невозможно. РУВХ необходимо создавать вокруг сравнительно крупной реки, а прилегающие мелкие реки войдут в ее состав. Например, в состав Сокулукского РУВХ могут войти водохозяйственные комплексы рек Жыламыш и Алаарча [1]. При переходе от административной системы управления к гидрографической необходимо соблюдать принцип корпоративного управления ВР, что позволит соблюсти интересы всех водопользователей.

Предлагаемая система УВР, реализованная во многих странах мира, обеспечивает и сохранение интересов государства, и водопользователей в одинаковой степени, соблюдая приоритеты водосбережения и окружающей среды в рамках одной гидрографической единицы.

Таким образом, при реализации принципов ИУВР, иерархическая цепочка построения организационных структур должна быть следующей: ДВХ-БУВХ-РУВХ-АВП- водопользователи.

Другим не менее важным аспектом в эффективном управлении ВР является создание АВП как адекватного инструмента осуществления ИУВР на локальном уровне. Ключевыми проблемами в этой области являются передача функций управления на внутрихозяйственных ОС от государственных служб к негосударственным. Такая передача может осуществляться как на уровне распределительных каналов различного порядка, так и уровне всей ОС [1, 3, 5].

В результате перехода к ИУВР, основанного на вышеизложенных принципах, с учетом проведения технических, институциональных, организационных и других мероприятий, а также при условии достаточного финансирования могут быть решены вопросы устойчивого управления ВР на оросительных системах Кыргызстана.

#### **Использованная литература**

1. Институциональный анализ министерства сельского и водного хозяйства.- азиатский банк развития.- Бишкек,1997.-21с.
2. Маматканов Д.М. Водные и энергетические проблемы Кыргызстана// Наука и новые технологии.№4.-Бишкек.2000.-С75-76.
3. руководство по эффективной организации водопользователей в Кыргызстане- Азиатский банк развития. -Бишкек. 1997.-42с.
4. Соколов В. Принципы интегрированного управления водными ресурсами// Вода, земля, люди.-№36.-2004-С.2-7.

5. О Шаап. Дж.Пейви. Приватизация// Передача управления ирригационными системами в Центральной Азии.- Департамент по Международному Развитию, 2003.-13.01.04

## **Водосбережение в странах Центральной Азии: опыт прошлого и ориентиры на будущее**

**Мухамеджанов Ш.Ш.<sup>1</sup>, Имашева Г.<sup>2</sup>, Хасанова Н.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии

<sup>2</sup> Комитет по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства  
Республики Казахстан

<sup>3</sup> Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации  
сельского хозяйства, Республика Узбекистан

### **Общие сведения по Центрально Азиатскому региону**

Аридность климатических условий и трансграничный характер основных водных источников обуславливает исключительную важность водохозяйственного сектора экономики, так как пресные водные ресурсы являются жизненно важным и ключевым фактором экономического и социального развития страны, стабильности всего Центрально Азиатского региона.

Центральная Азия является одним из древних районов развития орошаемого земледелия. Орошаемое земледелие в бассейне Аральского моря существовало еще за четыре тысячи лет до нашей эры.

Земельные ресурсы стран Центральной Азии составляет 4 % от общей мировой площади. Казахстан имеет самую большую площадь и высокую долю сельхозугодий по региону, где 77,5 % страны используется под растениеводство и животноводство. Затем следуют Республики Туркменистан и Узбекистан.

**Общая площадь и сельскохозяйственные угодья Центральной Азии (2011)**

Страна	Общая площадь млн.га	Сельхозугодья %	Леса %	Прочее %
Центральная Азия	393	72.3	3.1	24.6
Казахстан	270	77.5	1.2	21.3
Кыргызстан	19	55.3	5.1	39.6
Таджикистан	14	34.7	2.9	62.4
Туркменистан	47	69.5	8.8	21.7
Узбекистан	43	62.7	7.7	29.6

Страны Центральной Азии покрыты высокими горами, обширными пустынями и безлесными, травянистыми степями. Климатические режимы в основном сухие, полузасушливые и засушливые, но и холодные в горах. Среднегодовые осадки достигают 700 миллиметров в Кыргызстане и Таджикистане в связи с их высокой горной топографией. Остальные три страны, однако, получают только от 160 до 250 миллиметров. Двумя основными реками региона являются Амударья и Сырдарья и их притоки, которые протекают по территории всех пяти стран и текут к остаткам Аральского моря. Другие крупные реки включают Иртыш, Урал и Эмбу в Казахстане и Нарын, Талас и Чу в Кыргызстане. В связи с полузасушливым и пустынным климатом, сельское хозяйство в Центральной Азии поддерживается массивной ирригацией. [1]

Доля водопользования в сельском хозяйстве самая высокая в Туркменистане, за которым следуют Кыргызстан, Таджикистан и Узбекистан. Эти страны являются аграрными, с долей сельского хозяйства, добавленной в ВВП, составляющей 31 % в случае Кыргызстана и более 30 % населения, занятого в сельском хозяйстве, в некоторых случаях (ФАО, 2013). До настоящего времени двумя наиболее значимыми сельскохозяйственными культурами в этих странах являются хлопок и пшеница. Поскольку эти страны Центральной Азии в значительной степени характеризуется засушливым или полузасушливым климатом, сельскохозяйственное производство в значительной степени зависит от орошения и требует большого количества воды. Высокие уровни добычи воды для орошения приводят к истощению водные ресурсы, засолению и дальнейшему опустыниванию. Хорошо известным примером экологических проблем, связанных с чрезмерным использованием воды для орошения в регионе, является бедствие Аральского моря.

Аральское море, когда-то четвёртое по величине озеро в мире, сократилось на 90 % в связи с постоянным ростом производства хлопка в этом засушливом регионе, разрушая когда-то процветавшую рыбную промышленность и оставив рыболовные траулеры выброшенными на мель на песчаных пустошах.

Орошение играет важную роль в экономике стран Центральной Азии. На большей части территории, вследствие засушливости климата, необходимо проведение орошения сельскохозяйственных культур. Хотя некоторые районы были орошаемыми на протяжении веков, во времена центрального планирования при Советском Союзе было построено много оросительных и дренажных систем в период 1950-1980 гг. Были построены огромные оросительные системы для орошения пустынных или степных районов, и сотни тысяч людей были переселены в новые орошаемые регионы для работы в сельском хозяйстве. В 1970–1989 гг. (конец советского периода) площадь орошаемых земель увеличилась в несколько раз: соответственно на 150 % и 130 % в бассейнах рек Амударьи и Сырдарьи.

Общая площадь с построенными системами орошения в пяти странах Центральной Азии, охватывает 10,0 млн. га, что составляет 3,3 % от орошаемых площадей в мире. Эта площадь составляет 73 % от площади с системами орошения во всех 54 странах Африки, вместе взятых (13,7 млн. га). Две трети площадей, имеющих системы орошения, расположены в Узбекистане и Туркменистане, в то время как такие площади в Кыргызстане и Таджикистане вместе составляют 19 %. В бассейне Аральского моря расположена большая часть площадей с построенными системами - почти 9,8 млн. га или 75 % от общей площади. Без учета Афганистана это значение возрастает до 85 %. Площади с полностью регулируемым орошением составляют 9,15 млн. га, и на сегодняшний день являются наиболее распространенной формой орошения в Центральной Азии, на которую приходится 91 % площадей с построенными системами орошения.

В Центрально Азиатском регионе орошением охвачены 33 % общей посевной площади по сравнению с 20 % в мире. Самый высокий уровень орошения - в Туркменистане: 102 % посевных орошаемых земель; площадь орошаемых земель превышает посевные, так как включает орошаемые постоянные пастбища, в то время как постоянные пастбища не входят в категорию посевных площадей. За Туркменистаном следуют Узбекистан – 89 % орошаемых площадей и Таджикистан – 85 %. В Казахстане посевные орошаемые площади составляют всего 9 %. Орошение в Центральной Азии основано на использовании системы водохранилищ, насосов и каналов и является одной из самых технически сложных в мире.

В Центральной Азии поверхностные воды являются основным источником оросительной воды, составляя в среднем 92,6 % в диапазоне изменений от 82 % до 99,8 %. Достаточно развитая инженерная оросительно-дренажная система Центральной Азии, построенная за период с 1960 по 1990 годы, включает в себя широко развитую сеть самотечного орошения на площади более 7 млн га с крупными оросительными самотечными каналами с головным расходом до  $700 \text{ м}^3/\text{с}$  и протяженностью отдельных до 1400 км, а также систем машинного орошения на площади более 2 млн га с уникальными каскадами машинных каналов с высотой водоподъема до 350 м и расходами до  $350 \text{ м}^3/\text{с}$ . [11]

Удельная протяженность магистральных и межхозяйственных каналов составляет в регионе 17,93 м/га, из которых 28 % имеют антифильтрационные покрытия, 77 % водозаборных сооружений на этих каналах оборудовано водомерами. Коэффициент полезного действия (КПД) межхозяйственных оросительных систем в среднем по региону составляет 0,77 и изменяется по республикам от 0,62 (Таджикистан) до 0,83 (Казахстан и Узбекистан). Удельная протяженность внутрихозяйственных оросительных сетей составляет 33,8 м/га. Из них около 21 % армированы лотками, закрытыми трубопроводами и другими видами антифильтрационных покрытий [11].

Протяженность внутрихозяйственной сети колеблется по республикам от 18 м/га (Туркменистан) до 40 м/га (Таджикистан и Узбекистан), а ее КПД – от 0,7 (Туркменистан) до 0,75 (Казахстан и Узбекистан). Средневзвешенный КПД внутрихозяйственных систем равен 0,73. КПД оросительных систем в целом варьируется в пределах 0,54-0,74 и соответствует в среднем 0,64 на уровне 1990 г. Внутрихозяйственные системы по техническому уровню резко отличаются друг от друга в зависимости от этапов освоения. Системы, построенные в последние 35-40 лет, в большинстве представлены лотками, облицованными каналами, закрытыми трубопроводами и имеют КПД 0,82-0,85 [11].

В советский период ресурсы грунтовых вод редко использовались на орошение в республиках Центральной Азии, ввиду доступа к достаточным объемам поверхностных вод, наличия надежного водоснабжения и ирригационной инфраструктуры. Ресурсы грунтовых вод использовались в первую очередь для сектора животноводства и как источники питьевой воды в городских и сельских районах. В засушливый период 1998-2001 гг. страны бассейна Аральского моря начали использовать грунтовые воды для сельскохозяйственного производства из-за их относительно хорошего качества и количества, а также в качестве альтернативы минерализованным поверхностным водам. Доля грунтовых вод в орошении посевных площадей составляет приблизительно 18 % и является самой



высокой по региону. В Узбекистане и Таджикистане грунтовые воды составляют 6 и 4 % соответственно, а в Кыргызстане, Туркменистане и Казахстане они составляют менее 1 % от общей площади орошаемых земель. В среднем по Центральной Азии, грунтовые воды составляют 7,3 % от общего объема водопользования на площади с полным управлением орошением.

Площади машинного орошения составляют 2 % от общей орошаемой площади в Казахстане, 5 % в Кыргызстане, 40 % в Таджикистане, 16 % в Туркменистане и 27 % в Узбекистане [1].

### **Законодательные акты государств по водосбережению**

Развитие водосбережения в странах Центральной Азии закреплено законами и подзаконными актами и правовыми кодексами обеспечивающими и обязывающими водопользователей и соответствующие ведомства руководствоваться принципами водосбережения при управлении и использовании водными ресурсами на всех уровнях. Практически во всех государствах приняты законы о воде и водопользовании, где министерствам сельского и водного хозяйства, комитетам по охране окружающей среды, министерствам геологии и экономики и их местным исполнительным органам вменяется в обязанность принимать меры по рациональному использованию водными ресурсами основанные на водосбережении, принимать меры к внедрению водосберегающих технологий и содействовать водопотребителям в совершенствовании методов водопользования.

В Узбекистане в Законе о воде и водопользовании в статье 50 «Обязанности водопользователей, пользующихся водными объектами для нужд сельского хозяйства» говорится, что «Водопользователи, пользующиеся водными объектами для нужд сельского хозяйства, кроме обязанностей, предусмотренных в статье 35 настоящего Закона, обязаны»:

«содействовать водопотребителям в совершенствовании способов и методов орошения путем внедрения водосберегающих технологий и прогрессивной техники полива;». В Статье 50<sup>1</sup>. Обязанности водопотребителей, пользующихся водными ресурсами для нужд сельского хозяйства - Водопотребители, пользующиеся водными ресурсами для нужд сельского хозяйства, кроме обязанностей, предусмотренных в **статье 35<sup>1</sup>** настоящего Закона, обязаны: «совершенствовать способы и методы орошения путем внедрения водосберегающих технологий и прогрессивной техники полива;». Для развития и иненсификации водосберегающих технологий в законе приняты положения стимулирующие водопотребителей использующие водосберегающие технологии. Так в

статье 106. Экономические меры рационального водопользования, водопотребления и охраны вод предусматривают: налоговые, кредитные и иные льготы, предоставляемые юридическим и физическим лицам при внедрении водосберегающих технологий, осуществлении деятельности, дающей водоохраный и водосберегающий эффект [12].

В республике Казахстан от 9 июля 2003 года № 481 принят Водный Кодекс, где в «Статье 61. Научное и инновационно-информационное обеспечение рационального использования и охраны водного фонда, водоснабжения и водоотведения» в задачи научного обеспечения рационального использования и охраны водного фонда, водоснабжения и водоотведения включены положения: 1) обоснование комплексного и рационального использования водных ресурсов; и 3) разработка научно-методических и технологических основ водосбережения;

В Разделе 4. Водопользование Глава 13. Право водопользования, Статья 72. Обязанности водопользователей отдельным пунктом вписано: Водопользователи обязаны:

1) рационально использовать водные ресурсы, принимать меры к сокращению потерь воды; 2) бережно относиться к водным объектам и водохозяйственным сооружениям, не допускать нанесения им вреда; и 10) принимать меры к внедрению водосберегающих технологий, прогрессивной техники полива, оборотных и повторных систем водоснабжения [13].

В Туркменистане также принят Водный кодекс где в Статье 3. Цели и задачи водного законодательства Туркменистана третьим пунктом вписано 3) управление отношениями в области изучения, разведки, рационального и комплексного использования и охраны водных ресурсов, гидромелиоративных систем и гидротехнических сооружений. В Статье 4. Основные принципы водного законодательства Туркменистана является 4) устойчивое и рациональное использование водных ресурсов;

В Разделе II. Государственное управление и государственный контроль в области использования и охраны вод в главе II. Государственное управление в области использования и охраны вод Статья 17. Компетенция органов местной исполнительной власти записано, что «Органы местной исполнительной власти: 3) организуют работы по внедрению водосберегающих технологий и методов рационального использования и охраны вод на подведомственной им территории», а также в статье 18. Компетенция органов местного самоуправления «Органы местного самоуправления: 3) организуют работы по внедрению водосберегающих технологий и методов рационального

использования и охраны водных ресурсов на подведомственной им территории»

В Главе VII. Права и обязанности водопользователей в Статье 40. Права водопользователей говорится что водопользователям дано право: «3) использовать не в полном объёме выделенные лимиты воды за счёт её рационального использования на основе применения водосберегающих технологий, а также в случаях изменения хозяйственных условий или по другим обстоятельствам»; и вместе с тем в Статье 41. Приведены Обязанности водопользователей «1) рационально использовать водные ресурсы, заботиться об экономном использовании воды, восстановлении и улучшении качества воды; 9) принимать меры к сокращению потерь воды на фильтрацию и испарение в гидромелиоративных системах»;

В Разделе VII. Государством предусмотрены и экономические механизмы обеспечения рационального использования и охраны вод. Так в Главе XXIII. Экономические методы регулирования водопользования в Статье 110. Виды экономического регулирования в области использования и охраны вод включены положения по «2) разработке и финансированию программ рационального использования и охраны вод» и «3) предоставлению юридическим и физическим лицам в соответствии с законодательством Туркменистана кредитных и иных льгот при внедрении ими водосберегающих технологий и осуществлении других эффективных мер по охране и рациональному использованию водных ресурсов [14]

По Постановлению Президента Туркменистана «О финансовой поддержке производителей сельскохозяйственной продукции в стране», где дайханским объединениям, дайханским хозяйствам, сельскохозяйственным акционерным обществам, сельскохозяйственным научно-исследовательским институтам, землевладельцам, арендаторам, частным предпринимателям производящих сельскохозяйственную продукцию и юридическим лицам не относящихся государству на льготном основании выделяются кредиты для внедрения водосберегающих технологий [17].

На основании этого Постановления водопользователи (дайханские объединения, дайханские хозяйства, арендаторы и другие) покупают и устанавливают водосберегающие технологии.

Постановление Президента Туркменистана об утверждении Программы социально-экономического развития страны на 2018-2024 годы, где предусматривается внедрение дождевального орошения во всех веляях страны [17].

## **Развитие водосберегающих технологий в Республике Казахстан**

### **Общие сведения**

Республика Казахстан располагается между Каспийским морем, Нижним Поволжьем, Уралом, Сибирью, Китаем и Средней Азией. Граничит на севере и западе с Россией (длина границы — 7548,1 км), на востоке — с Китаем (1782,8 км), на юге — с Кыргызстаном (1241,6 км), Узбекистаном (2351,4 км) и Туркменистаном (426 км). Общая протяженность сухопутных границ — 13392,6 км. Протяжённость страны с востока на запад составляет 2963 км, а с севера на юг — 1652 км.

Из общей площади земельного фонда Республики Казахстан 272,5 млн.га по состоянию на 1 января 2000 г. сельскохозяйственные угодья занимают 222.5 млн.га, из них 185.2 млн.га - пастбища, 21.9 млн.га - пашня, 10.3 млн.га - залежи, 5.0 млн.га - сенокосы. В расчете на одного жителя приходится 13 га сельскохозяйственных угодий, в том числе около 2 га пашни.

Площадь орошаемых земель составляет 2.3 млн. га, из них 1.4 млн. га пашни. В ведении сельскохозяйственных товаропроизводителей находится 106.7 млн. га или 39.6% от общего земельного фонда республики. На долю населенных пунктов приходится 20.0 млн. га – 7.4%, земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного несельскохозяйственного назначения занимают 11.1 млн. га – 4.1%, лесного фонда – 21.0 млн. га или 7.8%, водного фонда – 3.1 млн. га или 1.2%. Площади земель особо охраняемых природных территорий представлены незначительной площадью под национальными парками и заповедниками – в 1.2 млн. га или всего 0.4% [2].

Орошаемые земли в Республике Казахстан в основном развиты в южной части страны. В северных районах Казахстана сельское хозяйство основано на богарном земледелии. Орошаемые земли Южного Казахстана приурочены к бассейну реки Сырдарья, воды которой притекают на территорию Казахстана через три государства Кыргызстан, Таджикистан и Узбекистан.

Основным потребителем воды в регионе является орошаемое земледелие. По состоянию на 1 января 2017 года в бассейне орошаемые земли составили 798,98 тыс.га: по Южно-Казахстанской области – 558,993 тыс.га, из которых использовались под посевом 499,935 тыс.га, не использовались по разным причинам 59,058 тыс.га ; по Кызылординской области 239,987 тыс.га, из которых использовались 168,077 тыс.га и по разным причинам не использовались 59,424 тыс.га. При обеспечении

поливной водой в нужные сроки и в требуемом объеме можно получить высокие и гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур, о чем свидетельствуют итоги уборки урожая 2016 года. Так, в Южно-Казахстанской области валовой сбор хлопка сырца составил 277,08 тыс. тонн (средняя урожайность 25,3 ц/га) (В 2015 году этот показатель был равен 25,2 ц/га), в Кызылординской области валовой сбор риса составил 393,787 тыс. тонн (средняя урожайность 49 ц/га) (в 2015 году этот показатель был равен 50,5 ц/га) [3].

Общая протяженность магистральных каналов, обеспечивающих посевы оросительной водой и коллекторных сетей, более 30 тыс. км.

Орошаемые земли Республики Казахстан, занимающие не более 10 % от площади пашни, являются основным потребителем водных ресурсов республики (рис 1). За годы независимости площадь орошаемых земель сократилось на 211 тыс. га (рис 2). При этом так же сократилось количество использования водных ресурсов.

Рис 1. Общая площадь территории Казахстана и площади земель сельскохозяйственного угодья

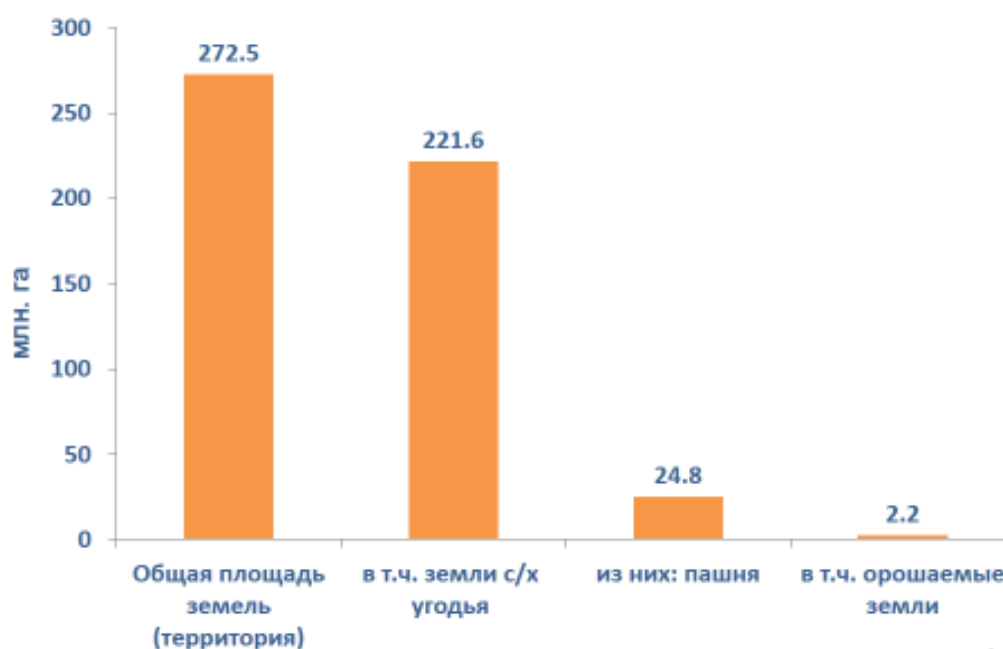
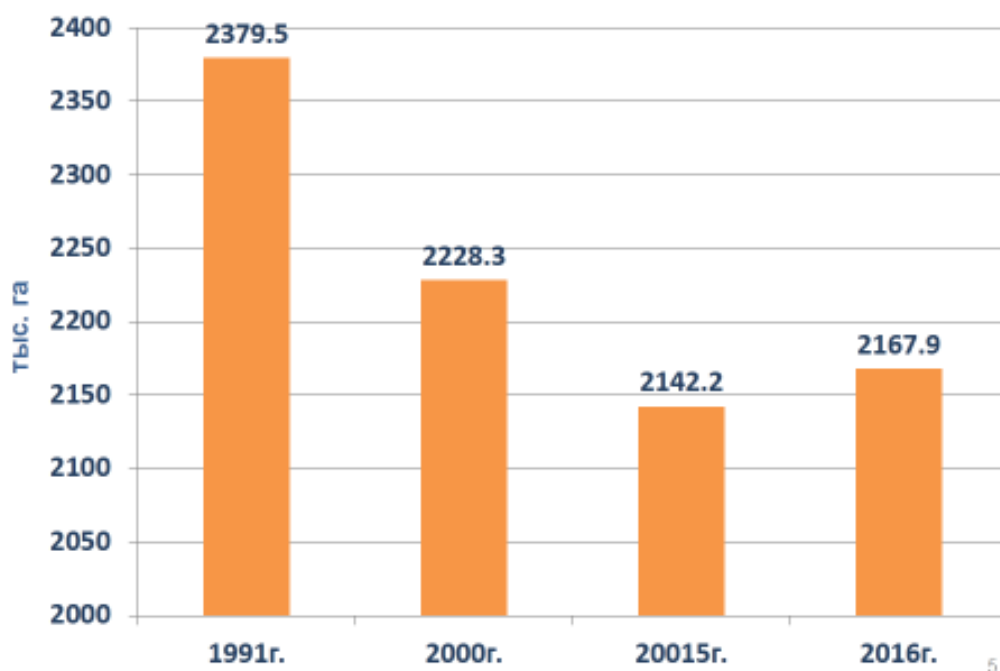


Рис 2. Динамика площади орошаемых земель по Республики Казахстан



### Использование водных ресурсов

Водные ресурсы бассейна реки Сырдарьи оцениваются в объеме 38,6 км<sup>3</sup>/год, естественный сток 90% обеспеченности составляет 28,2 км<sup>3</sup>/год.

Фактическое использование водных ресурсов отраслями народного хозяйства в бассейне реки Сырдарьи за 2016 год следующее:



В последние годы в связи с ростом промышленности и увеличением площади орошаемых земель в республике наблюдается рост потребления водных ресурсов, что может привести к его дефициту. По прогнозу института географии ожидаемый дефицит водных ресурсов в Республике Казахстан к 2030 году ожидается в размере  $14 \text{ км}^3$ , а к 2050 году дефицит составит  $20 \text{ км}^3$ . По Арало-Сырдарьинскому бассейну к 2040 году дефицит водных ресурсов составит  $4,1 \text{ км}^3$ .

Обычные способы орошения в Казахстане приводят к неэффективному использованию поливной воды, то есть по сравнению с зарубежными странами продуктивность поливной воды ниже в 6-8 раз, а затраты поливной воды на единицу урожая выше в 4-8 раз.

Одной из основных причин неэффективного использования водных ресурсов в Казахстане является низкие тарифы на услуги по водоподаче.

По странам мира наблюдается очень большой разброс стоимости услуг по водоподаче за  $1 \text{ м}^3$ . Если в Румынии и Канаде они не превышают 1 тенге, то в Голландии за  $1 \text{ м}^3$  используемой водопроводной воды для орошения фермеры платят 422,5 тенге.

При погектарном учете стоимости услуг по водоподаче такая же картина. Если в Индии в среднем за подачу воды на 1 га оплачивают \$10 США, то в Японии фермеры оплачивают \$246 США.

Данные анализы показывают, как при объемном так и по гектарном учете стоимость услуг по подаче воды в зарубежных странах это значительные затраты, которые несут при орошаемом земледелии.

### **Использование водосберегающих технологий**

Дальнейшее развитие орошаемого земледелия в южных областях республики в ближайшей перспективе возможно только на базе внедрения водосберегающих технологий орошения.

Внедрение систем капельного орошения на юге Казахстана за последние два десятилетия можно разделить на два периода.

Первый период с 1992 по 1996 годы.

Второй период с 2004 года по настоящее время.

Хотя природно-климатические условия региона за этот период времени практически не изменились, однако произошли кардинальные социально-экономические изменения во всей экономике страны и, особенно, в сельском хозяйстве. [4]

Особенности первого периода распространения систем капельного орошения в Южно-Казахстанской области<sup>3</sup> (ЮКО) заключались в том, что они проводились по инициативе «сверху». Руководители крупных тогда еще агроформирований (колхозов и совхозов) заключали контракты с фирмами поставщиками, под гарантию Правительства Республики Казахстан, на поставку комплексов систем капельного орошения на площади от 200 до 600 га в хозяйство. Существовавшие еще тогда крупные проектные организации в области водохозяйственного проектирования составляли проекты участков капельного орошения.

Местные строительные организации в области водохозяйственного строительства под руководством специалистов фирм поставщиков осуществляли строительство и монтаж систем капельного орошения.

Далее эти системы передавались специалистам хозяйств и при техническом сопровождении консультантов начиналась их эксплуатация. При этом обучение местных специалистов проводилось по ходу ввода и эксплуатации систем капельного орошения, что было недостаточно для их детального изучения и получения достаточных навыков эксплуатации.

До настоящего времени в Республике Казахстан основным способом полива сельскохозяйственных культур является поверхностный способ полива по бороздам и затоплением. Водосберегающая технология полива (дождевание, капельное орошение) применяется на площади 205,1 тыс. га, что составляет 13,8 % от общей площади орошения (рис 3).

В последние годы в республике активно внедряется система капельного орошения площадь которого увеличилась в 2,6 раза и составляет 72,9 тыс. га. Основная доля из этой площади (69%) приходится на Южно-Казахстанскую область.

Основными районами в ЮКО внедрения системы капельного орошения являются вододефицитные районы (Туркестанский – 9,0 тыс. га) и районы со сложным рельефом (Сарагашский 4,4 тыс. га).

Первые производственные опыты применения капельного орошения были заложены в 1992-1993 гг. в южных районах области в т.ч. совхозе «Келес» на трех опытно-производственных участках. Опыты показали, что при капельном орошения имеются значительные экономия воды, но из-за не соблюдения всего комплекса агротехнических мероприятий урожайность хлопчатника не значительно отличалось от урожайность на участках где поливы проводились способом бороздкового полива [4].

---

<sup>3</sup> В настоящее время – Туркестанская область (прим. ред.)



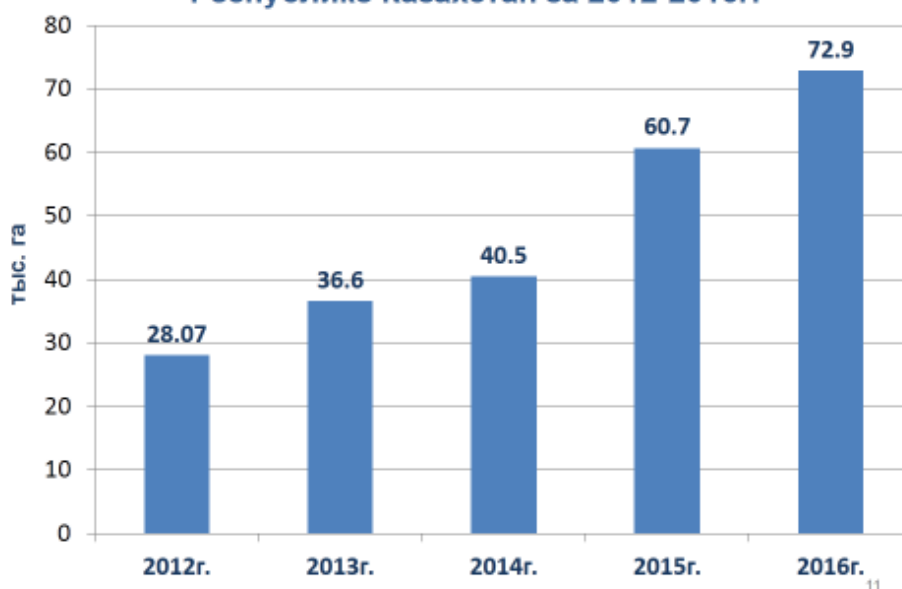
Рис 3. Способы полива орошаемых земель Республики Казахстан, тыс. га



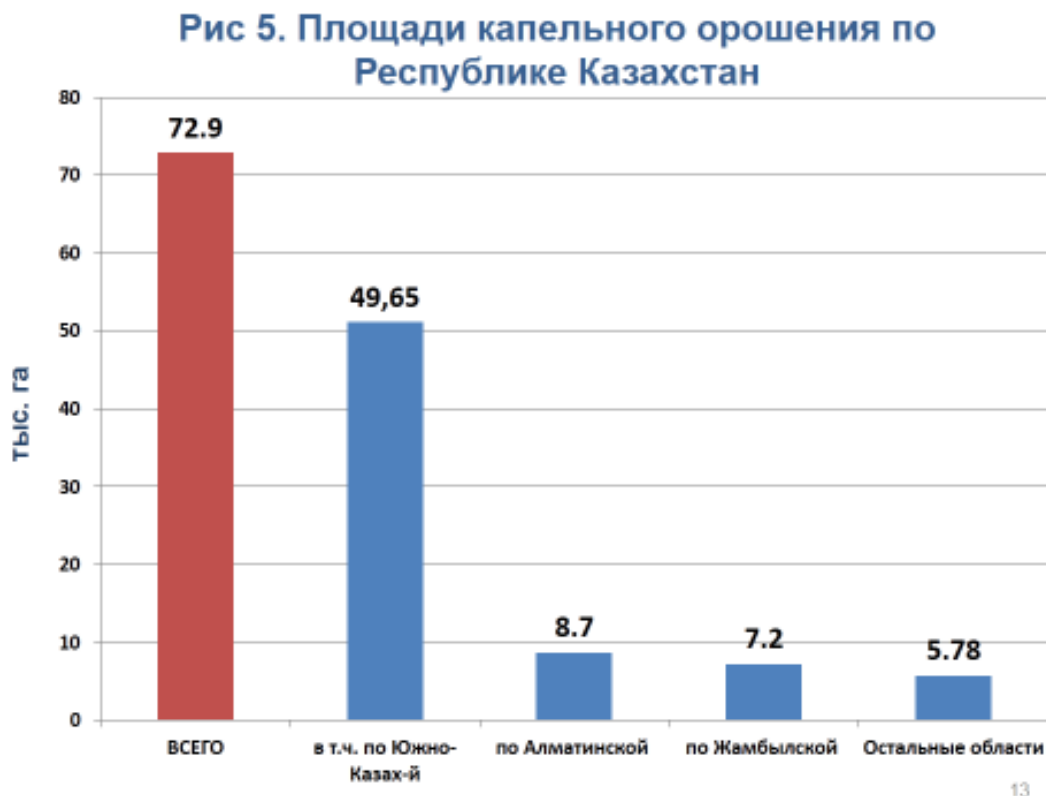
**Всего по Республике Казахстан - 2,2 млн. га орошаемых земель: из них 1,481 млн. га используются (на 2016год), в т.ч. на 205,1 тыс. га (13,8%) внедрены водосберегающие технологии полива (2016 г.)**

9

Рис 4. Динамика площади капельного орошения в Республике Казахстан за 2012-2016гг



11



Тем ни менее по результатам исследований КазНИИКО, капельное орошение по сравнению с бороздковым поливом обеспечило экономию оросительной воды в следующем объеме (%): капуста - 32,7; огурец - 35,3; томат - 37,8; свекла столовая - 37,6; морковь - 34,5; лук - 31,7. Здесь приведены данные по прямой экономии поливной воды и не учитываются потери воды от фильтрации и испарения при ее течении от головного водозабора до полей (около 25-30%), что имеет место при подаче большого объема воды для бороздкового полива. При капельном орошении эти потери минимальны (до 5%), так как для полива растений требуется небольшой объем воды, который поступает со специально оборудованных бассейнов

Мировая практика показывает, что при возделывании хлопчатника с поливом капельным орошением урожайность достигает от 42,0 до 56,0 ц/га.

В южном Казахстане капельным способом поливают в основном сады и виноградники, овощи-бахчи и хлопчатник.

**Рис 5. Основные с/х культуры возделываемые с применением капельного орошения по Южно-Казахстанской области**

<b>Культуры</b>	<b>Площади, %</b>
Кукуруза	2,6
Хлопчатник	19,6
Овощи, бахча, картофель	21,8
Сады-виноградники	44,6
Прочие	11,4
<b>Всего</b>	<b>100</b>

29

Для повышения эффективности растениеводства с применением системы капельного орошения необходимо осуществлять первичную переработку продукции – томатов на пасту, хлопчатник на волокно, фрукты-овощи закладывать на хранение с целью их реализации, когда на рынке складывается хорошая цена.

Капельное орошение позволяет использовать земли со сложным рельефом, маломощные и практически на гравийно-галечниковых отложениях.

При капельном орошении так же можно использовать подземные воды.

В настоящее время в ЮКО заложены интенсивные сады и виноградники, которые дают высокие урожаи, на примере ТОО «Каршыга» в Мактааральском районе и ТОО «Амангельды» в Казыгуртском районе.

Распределение участков капельного орошения по занимаемой площади в ЮКО показывает, что около половины участков имеют площадь менее 10 га. По 20 % участков имеют площадь от 10 до 25 га и от 25 до 50 га. Площади более 100 га имеют 7-8 % участков, то есть это фермеры, занимающие товарным сельскохозяйственным производством.

Очевидно, что большинство фермеров имеющие мелкие участки (до 100 га или 92,2 %) не в состоянии самостоятельно иметь весь набор необходимой техники, средств защиты растений, удобрений, качественных семян. Поэтому для их обслуживания необходимо создавать сервисные

центры, а для приема, хранения и переработки урожая нужны специализированные сервисно-заготовительные центры.

На сегодняшний день на Келесском массиве орошения основным способом полива является полив по бороздам с подачей воды из временных оросителей или гидрантов. В связи с большими уклонами на массиве наблюдается неэффективное использование водных ресурсов.

Для равномерного распределение по бороздам необходимо применять поливные шланги, сборные лотки и полив через борозду с соответствующим армированием головы борозды. Для уменьшения фильтрационных потерь по длине борозды и равномерного полива необходимо мульчировать борозды пленкой и другими подручными средствами.

Для стимулирования водопользователей внедрять водосберегающие технологии орошения государством оказывается поддержка в виде инвестиционных субсидий и субсидировании услуг по водоподаче [4].

## **Развитие водосберегающих технологий в Узбекистане**

### **Общие сведения**

Территория Узбекистана расположена в центральной части Центрально Азиатского региона и простирается более чем на 1000 км от юго-востока на северо-запад. Территория страны охватывает горные обрамления на юго-востоке страны, песчаные пустыни в центральной части и степную зону в северо-западной части. Географическое расположение Узбекистана обусловили существующее состояние структуры водных ресурсов и его использования. Большая часть водных ресурсов Узбекистана около 90 % формируется в горных областях соседних стран. Внутренние водные ресурсы, включающие озера, подземные воды, реки и ледники являются составной частью доступных вод республики Узбекистана. Располагаемые водные ресурсы Узбекистана складываются из возобновляемых поверхностных и подземных вод естественного происхождения, а также возвратных вод антропогенного происхождения. Водные ресурсы формируются, главным образом, в бассейнах трансграничных рек Амударьи и Сырдарьи. Всего объем водных ресурсов по речным бассейнам крупных и малых рек Узбекистана оценивается в  $52 \text{ км}^3$  в год, запасы используемых подземных вод составляют около  $2 \text{ км}^3$  в год. [5, 6]

В Узбекистане насчитывается около 500 озер, в основном это малые водоемы не превышающие площадь в  $1 \text{ км}^2$  и только 32 озера имеют

площадь свыше 10 км<sup>2</sup>. Айдар-Арнасайская озерная система возникшая в результате сброса возвратных вод от орошения и сбросов воды в зимнее время из Токтогульского водохранилища имеет площадь в 3600 км<sup>2</sup> с объемом воды в 42 км<sup>3</sup>. Большая часть озер находится в дельте речных бассейнов и используется в основном для рыбного хозяйства. [7]

Важную роль в управлении водными ресурсами в Узбекистане играют водохранилища. В настоящее время в стране насчитывается более 51 действующих водохранилищ, которые, в основном используются для нужд ирригации, энергетики и промышленности. Общий фактический объем запасов воды в водохранилищах составляет 14.8 км<sup>3</sup>, потенциальный объем составляет 18.8 км<sup>3</sup>. [7]

Орошаемые площади Узбекистана составляют 4.4 миллиона гектар. Сельское хозяйство всецело основано на орошении. Для управления орошением в Узбекистане построено 195 тысяч км оросительной сети, из них межхозяйственной – 27 619,7 км, и внутрихозяйственной – 167 378,8 км. 62 % межхозяйственной сети и 79,5 % внутрихозяйственной сети проходит в земляном русле [8]. На площади более 2,2 млн. гектаров орошаемых земель вода подается с помощью 1600 насосных станций производительностью от 1 до 300 м<sup>3</sup>/с. Для регулирования стока построено 160 тысяч гидротехнических сооружений, в том числе 800 крупных. Управление мелиоративным состоянием орошаемых земель и отвод грунтовых вод производится через коллекторно-дренажную сеть протяженностью в 140 000 км и 4300 скважинами вертикального дренажа установленных для снятия напора подземных вод. Для водозабора на орошение подземных вод из глубоких горизонтов пробурено и установлено 4100 скважин. В сфере управления системы водного хозяйства Узбекистана в настоящее время работает около 41 тысячи специалистов [7].

Современное орошаемое земледелие все еще один из важных секторов узбекской экономики, обеспечивающий 17.5 % ВВП, 20 % поступлений иностранной валюты, но самое главное – это фактор социальной стабильности, так как обеспечивает почти 40 % занятости населения. В сельских районах, орошаемое земледелие и переработка сельскохозяйственной продукции - главный источник занятости и доходов населения. Ведущие культуры (около 30 процентов общей орошаемой площади) - хлопчатник, который дает приблизительно 10 % экспортного дохода и пшеница – основа продовольственной безопасности страны [8].

## Использование водных ресурсов

Потребителями водных ресурсов являются коммунально-бытовое водоснабжение, энергетика, промышленное водопотребление, рыбное хозяйство и сельское хозяйство.

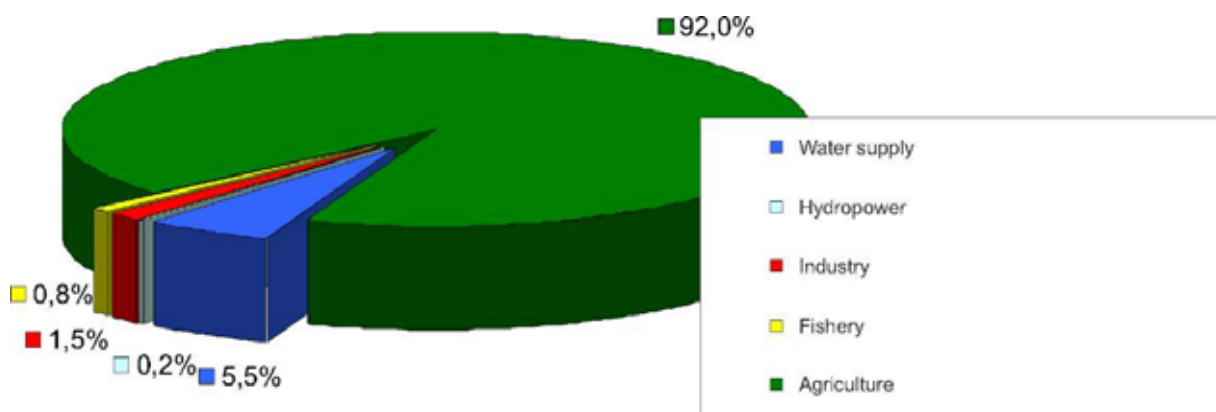


Рис. 6. Использование водных ресурсов отраслями экономики

Основным потребителем водных ресурсов является сельское хозяйство, на его долю приходится более 90% водных ресурсов. Хотя объем водозабора на цели ирригации в стране снизился с 1980 года более чем на 10 млрд. м<sup>3</sup>, тем не менее, отрасль все более и более конкурирует с промышленно-питьевым водоснабжением, гидроэнергетикой и особенно потреблением природного комплекса. Общий ежегодный водозабор страны в 1980-х годах составлял около 67 км<sup>3</sup> в год. После обретения независимости в Узбекистане отчетливо проявляется тенденция снижения объемов водопотребления и водозабора. В частности в последние пять лет общий водозабор составил всего 53 км<sup>3</sup> в год. При этом население республики с 1980 года до настоящего времени выросло с 15 млн. чел. до более чем 31 млн. человек. [9]

Угроза дефицита водных ресурсов и участвовавшие засушливые годы являются ограничивающим фактором в использовании водных ресурсов и развитии сельского хозяйства. Правительство Узбекистана проводит всемерную политику, направленную на создание и внедрение маловодоемких сортов сельскохозяйственных культур. С 1991 г. в Узбекистане проводится работа по диверсификации сельского хозяйства. Взамен влагоемких культур, таких как хлопчатник, рис и люцерна, увеличен посев менее влагоемких культур – зерновых, бахчевых и других культур [5].

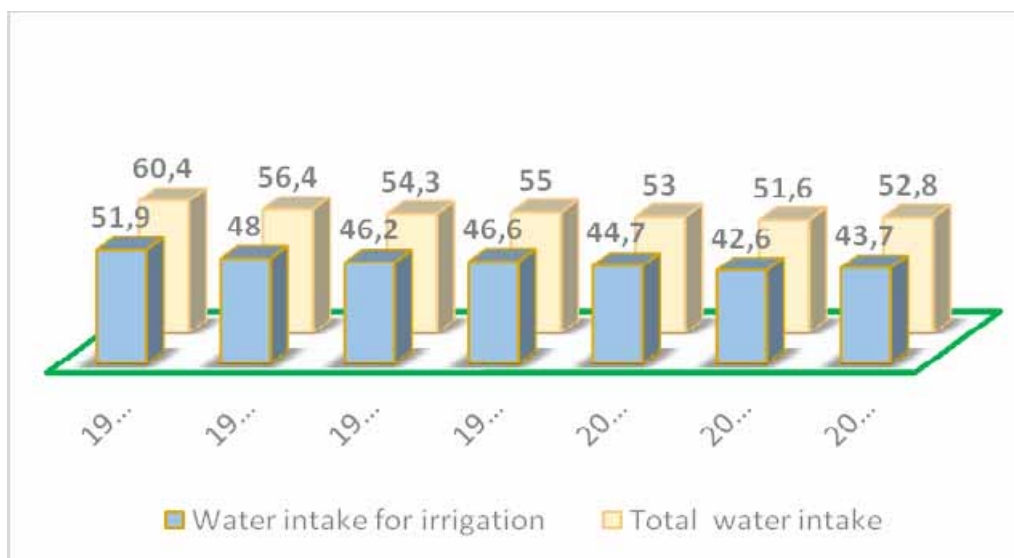


Рис. 7. Динамика водозаборов по пятилеткам [9], км<sup>3</sup>

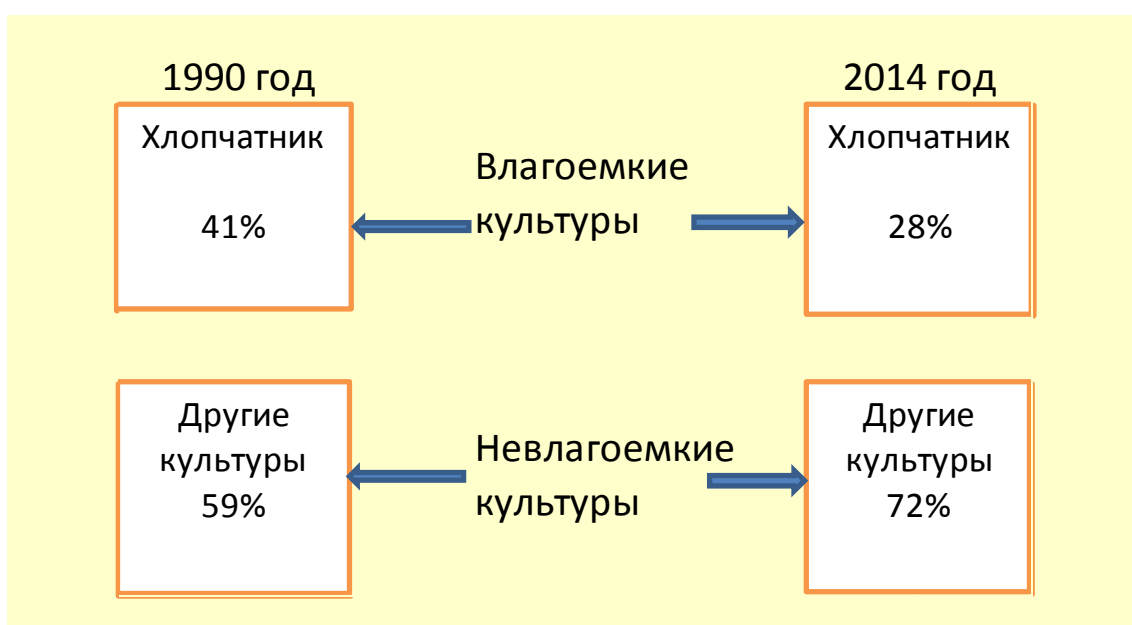


Рис. 8. Диверсификация сельскохозяйственного производства

Если до 1990-х годов около 50 % орошаемых земель занимал хлопок, а остальная часть приходилась для продовольственных нужд, то в современных условиях, доля хлопчатника в орошаемом земледелии составляет не более 30 %, остальные орошаемые земли занимают зерновые, продовольственные и кормовые культуры жизненно необходимые для населения. В результате чего водозабор по всей республике по сравнению с 1980-ми годами уменьшился с 64 до 52 км<sup>3</sup>

/год [8]. Правительством принято постановление и всемерно поощряется инициатива по развитию садовых культур на основе капельного орошения.

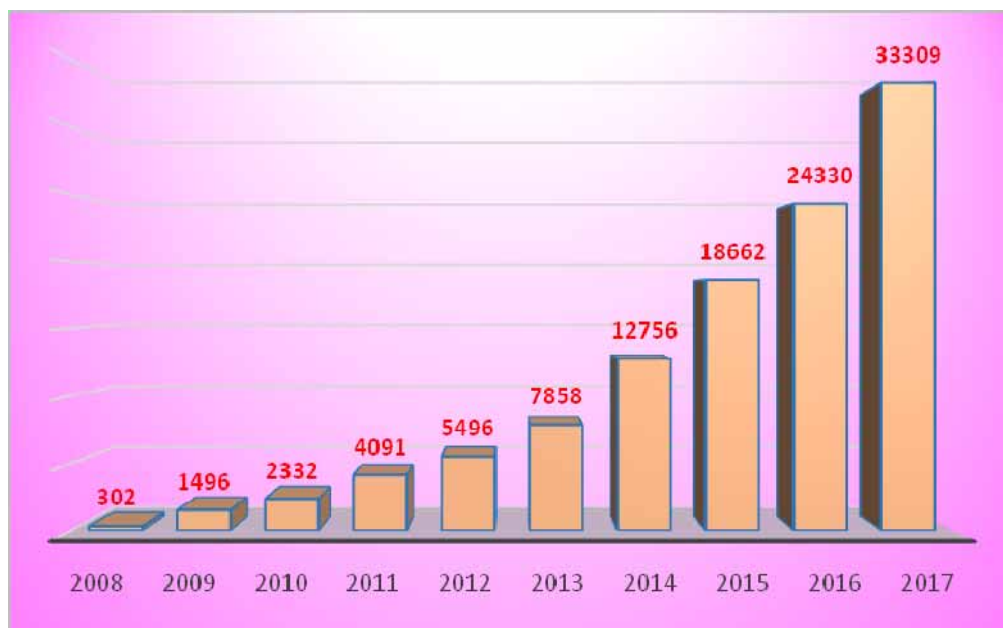
В настоящее сельское хозяйство, являясь основным потребителем водных ресурсов, привлекает к себе особое внимание. Водопользование для орошаемого земледелия в условиях засушливого климата региона несет с собой побочные последствия. В результате орошения за последние 60 лет на многих территориях произошло засоление земель, повысился уровень грунтовых вод, в результате мелиоративных мероприятий, связанные со строительством дренажной сети, стал образовываться большой объем минерализованных коллекторно-дренажных вод, объем которого по Узбекистану составляет свыше 20 % от общего водозабора. Не совершенная техника бороздкового полива, повсеместно используемая в Узбекистане с советских времен, приводит к большим потерям в пределах орошаемого поля в виде сброса с полей в дренажную сеть и фильтрационных потерь способствующие подъему грунтовых воды. По оценкам ученых, потери на поле составляют до 30 % от общей водоподачи на орошаемое поле. Вместе с потерями воды на магистральных и межхозяйственных каналах оцениваемые в пределах 25-30 % общие потери в системе орошаемого земледелия составляют в пределах от 35 до 40 % и более.

### **Использование водосберегающих технологий**

Правительство Узбекистана уделяет большое внимание водохозяйственному комплексу и проводит политику всемерной поддержки водосберегающих мероприятий. Ежегодно производятся противофильтрационные работы и восстановительные работы магистральных каналов, оросительной и лотковой сети, гидротехнических сооружений и гидростов. За последние годы построено и реконструировано: 1,5 тыс.км каналов, 400 крупных гидротехнических сооружений, 200 насосных станций и проведена реконструкция 386,0 тыс.га орошаемых земель.

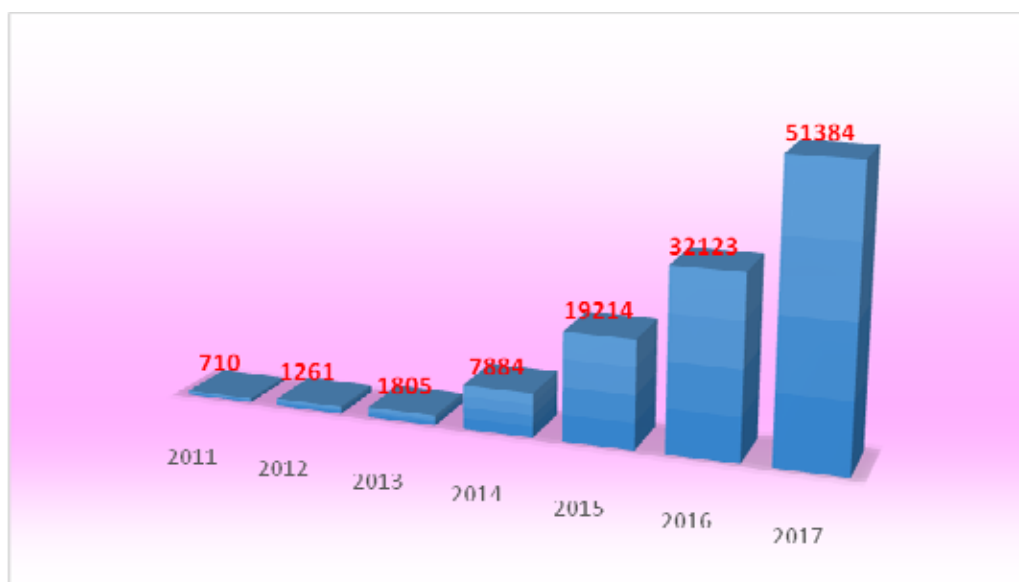
Правительством особое внимание уделяется развитию водосберегающих технологий орошения, особенно системы капельного орошения. В настоящее время общая площадь построенного капельного орошения составляет около 33.3 тысяч га. До 2030 года планируется внедрить систему капельного орошения на площади 200 тысяч га [11].



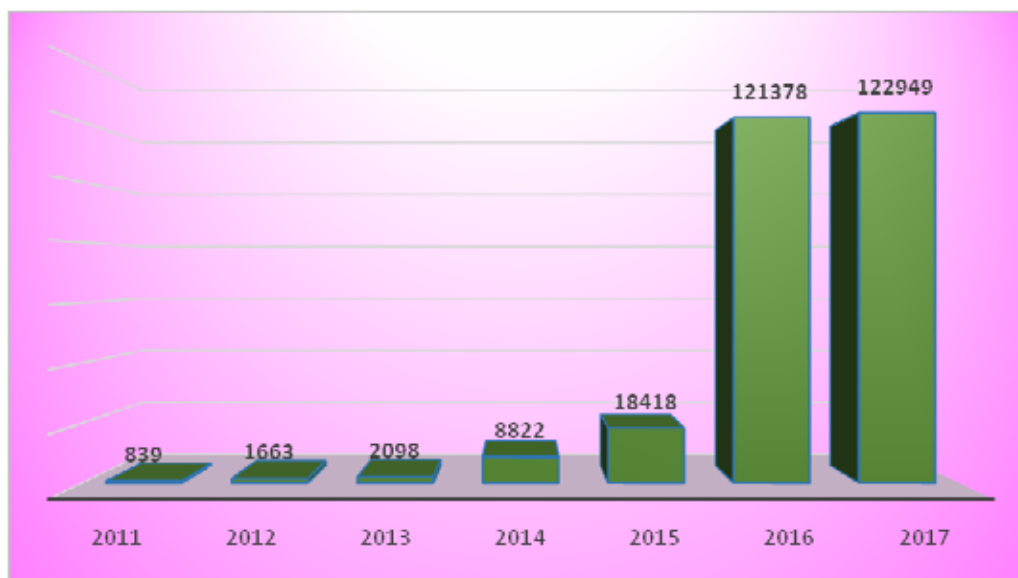


**Рис. 9. Развитие системы капельного орошения в Узбекистане, в га по годам [11]**

Вместе с капельным орошением развивается водосберегающая технология с использованием гибких трубопроводов и полива по бороздам с экранированием полиэтиленовой пленкой.



**Рис. 10. Развитие полива по экранированным полиэтиленовой пленкой бороздам**



**Рис. 11. Развитие полива по гибким трубопроводам**

За последнее 10 лет со стороны международных доноров в водном секторе было реализовано более 20 крупных инвестиционных проектов на сумму 1,2 млрд. долларов.

В результате инвестиций в водохозяйственный сектор были проведены работы по восстановлению ирригационных и дренажных систем, проведена модернизация ряда водохозяйственных объектов и насосных станций, проведена автоматизация отдельных гидротехнических сооружений [10].

За короткое время, с 2008 по 2016 годы, в Узбекистане внедрены водосберегающие технологии на площади 178 тысяч га. Из них на 24 тысячах га – капельное орошение, на 122 тысячах га – полив переносными гибкими шлангами и на 32 тысячах га – орошение с использованием полиэтиленовой пленки на поливные борозды [11].

В свою очередь, в рамках государственной программы на 2017 год были пресмотрены параметры и сроки внедрения водосберегающих технологий, площади которых увеличены как минимум в двое:

- 10,6 тысяч гектар капельного орошения (в программе 5,7 тыс. га);
- 42,7 тысяч гектар (в программе 10 тыс. га) переносные гибкие шланги;
- 26,7 тысяч гектар (в программе 15 тыс. га) полив с использованием покрытия борозд полиэтиленовой пленкой.

Для своевременного выполнения государственной программы министерство и областные водохозяйственные организации установили взаимовыгодное сотрудничество с фермерскими хозяйствами



Рис. 12.

Министерство и его областные подразделения оказывают практическую помощь фермерским хозяйствам решению проблем связанных с использованием водосберегающих технологий:

В настоящее время 95 % комплектующих материалов для водосберегающих технологий производится в Узбекистане.

В 2017 году при Министерстве сельского и водного хозяйства<sup>4</sup> Узбекистана создана рабочая группа, состоящая из ученых и специалистов из подведомственных институтов и организаций министерства. Рабочая группа на местах изучила проблемы, препятствующие развитию ситемы водосберегающих технологий.

Изучение показало, что наиболее часто встречающиеся проблемы для внедрения водосберегающих технологий – отсутствие информации о водосберегающих технологиях и недостаток знаний, отсутствие консультативной службы, нестабильная подача электроэнергии, заполнение капельниц в системе капельного орошения, некачественный материал для переносных гибких шлангов, заполнение шлангов илом, сложности регулирования водоспускных клапанов [11].

<sup>4</sup> В настоящее время - Министерство водного хозяйства (прим. ред.)

## **Развитие водосбережения в Туркменистане**

### **Общие сведения**

Туркменистан расположен в западной части Центральной Азии между 42° 48' и 35° 08' северной широты, 52° 27' и 66° 04' восточной долготы. Протяженность территории от западной части до восточной границы 1100 км, от южной до северной границы – 650 км. Он расположен в пустынной зоне среднего пояса северного полушария. Общая территория Туркменистана 49120,9 тысячи квадратных километров. Из них около 80 % занимает самая крупная в Азии пустыня Каракумы. Остальную территорию занимают холмы, горы, реки, озера, водохранилища, культурная оседлая (оазис) зона. Из общей площади пригодных земель для орошения около 12 млн. га, в том числе без сложных мелиоративных мероприятий около 7 млн. га. Однако значительная площадь их расположена в пустынной отдаленной от существующих источников орошения. Ограниченность водных ресурсов требует проведения ряда водохозяйственных работ для дальнейшего расширения площадей орошения. Главным источником орошения является трансграничная река – Амударья с годовым стоком по годам 54-68 млрд. кубометров. Из них согласно договоренности с соседним Узбекистаном установлен одинаковый лимит для каждой стороны по 22 млрд. кубометров в год. Кроме того, годовой сток внутренних рек по годам составляет 2-8 млрд. кубометров.

### **Использование водных ресурсов**

В Туркменистане, как и в ряде других стран Центральной Азии, проблемы водных ресурсов, засоления почв, и ухудшения мелиоративного состояния земель являются ключевыми. Годовой запас внутренних водных ресурсов на душу населения самый низкий по Центрально Азиатскому региону (232,0 м<sup>3</sup>). 80 % территории Туркменистана лишено постоянного поверхностного стока. Водные ресурсы Туркменистана представлены стоком крупных (Амударья - единственная многоводная река, Мургаб, Теджен, Этрек) и малых рек, родников и кяризов, а также запасами пресных подземных вод. Реки имеются только в южных и восточных периферийных районах страны. Большинство озер являются солеными. Из пресных озер выделяются Ясхан и Топиатан в долине Узбоя. В горах - озера карстового происхождения Ков-ата (в Бахарденской пещере) и Хорджунли (в Кугитангтау). 95 % поверхностных вод формируются за пределами страны. 88 % ресурсов всех поверхностных вод Туркменистана

приходится на Амударью. К 2000 г. разведано более 200 месторождений и участков пресных подземных вод. В балансе водных ресурсов пресные подземные воды составляют менее 2 %. К водным ресурсам следует отнести и коллекторно-дренажные воды, объем которых оценивается в 5,6-6,0 млрд.м<sup>3</sup>/год. Часть их слабоминерализована и пригодна для повторного использования. Важную роль в удовлетворении потребности в воде удовлетворяет Каракум-река – крупнейшее гидротехническое сооружение в мире (протяженность 1380 км). Она орошает около 1 млн.га земель.

Сельское хозяйство играет большую роль в занятости населения

Площадь орошаемых земель в настоящее время составляет около 1,5 млн. га, а общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет около 39 млн. га. Из-за суровых климатических условий в Туркменистане возможно почти исключительно только поливное земледелие. Лишь в горах есть небольшие участки, богарного земледелия. В стране постоянно ведутся работы по расширению ирригационных сооружений, ремонт и чистка старых. Огромную роль в сельском хозяйстве Туркменистана имеют Амударья и Каракумский канал, вода которых орошает более 90 % всех площадей.

За последние годы в сельском хозяйстве достигнуты значительные успехи благодаря взятому курсу на глубокое реформирование сельского хозяйства. Принят пакет законов, на основе которых на селе формируются новые экономические отношения, внедряются современные методы управления и финансовые механизмы. Главной культурой туркменского земледелия является хлопок, потому что он составляет весомую статью экспорта страны, является сырьем для десятков современных предприятий текстильной индустрии. В Туркменистане за последние годы проведена диверсификация сельхозпроизводства, в наиболее подходящих по почвенно-климатическим условиям регионах - Дашогузском и Лебапском велаятах выращивается рис, в Марыйском велаяте – сахарная свекла. Все больше земель выделяется под бахчевые, овощные, плодово-ягодные культуры.

### **Использование водосберегающих технологий**

Синтез традиций рачительного водопользования и передовых разработок позволяет водному хозяйству страны быть одной из фундаментальных основ национальной экономики, в частности, агропромышленного комплекса. Все межхозяйственные ирригационные и мелиоративные объекты в стране находятся на балансе подразделений Министерства сельского и водного хозяйства Туркменистана и содержатся за счет государственных средств.

В настоящее время в предгорьях Копетдага строятся малые водохранилища, что позволяет рационально использовать водоисточники этой горной системы. Более того, такие малые водохранилища нивелируют разрушительные свойства сезонных паводков, превращают их влагу в ценнейший ресурс. Стало широко практиковаться строительство водохозяйственных сооружений, оснащенных водонепроницаемыми геомембранами. В числе таких водоемов – Багирское водохранилище.

Среди новых технологий, которые берут на вооружение современные мирабы, - внедрение прогрессивных методов ирригации, в частности, капельного орошения и дождевания, которые находят все большее распространение. В этой сфере сотрудники водохозяйственного ведомства уже наработали немалый опыт. В пользу таких технологий говорит, прежде всего, их высокая экономичность. По сравнению с традиционным поверхностным орошением значительно сокращается водопотребление.

Как показывает практика, дождевание наиболее востребовано там, где есть необходимость частой обработки и смены посевов, при культивировании сезонных культур, как, например, пшеницы, занимающей видное место в структуре посевов в нашей стране. Или же культур промежуточных, высеваемых на площадях, освободившихся после уборки озимых. Крупная дождевальная установка способна, орошая в сутки десятки гектаров, обслуживать поле площадью до двухсот гектаров. Так что потребности в орошении полей среднего по размеру дайханского объединения сможет полностью удовлетворить с десятков таких механизмов.

Сейчас в стране развивается строительство тепличных хозяйств, где выращиваются сельскохозяйственные культуры. Полив этих тепличных хозяйств производится капельным орошением. В зеленом поясе, где посажены разные виды многолетних деревьев вокруг Ашхабада, в других городах и населенных пунктах при поливе также широко применяется капельное орошение [17].

Ведущие зарубежные компании сельхозмашиностроения заинтересованы в туркменском рынке, стремятся представить здесь самые лучшие свои технологии и наработки. Сама практика апробации новой техники и оборудования позволяет отобрать для работы на туркменских полях только те машины, механизмы и оборудование, что идеально приспособлены к местным климатическим условиям. В настоящее время в стране используются дождевальные машины и оборудование компаний США, капельное оборудование производства Израиля и Турции.

Дождевание сегодня рассматривается специалистами как один из наиболее перспективных и прогрессивных методов орошения. Уже сейчас хозяйства, предприниматели активно внедряют его в практику. Способствует им в этом программа льготного кредитования. В прошлом году начал практиковаться новый порядок предоставления льготных кредитов, разработанный в соответствии с Постановлением Президента Туркменистана «О финансовой поддержке производителей сельскохозяйственной продукции в стране» от 6 марта 2013 года. Условия кредитования выгодны: льготный кредит выдается на покупку сельхозмашин и оборудования, в том числе водосберегающей техники и поливных водопроводов сроком до 10 лет с годовой ставкой в 1 процент. Возможность получения нового кредита распространяется на широкий круг сельхозпроизводителей – дайханские объединения и хозяйства, мюлькдаров и арендаторов, предпринимателей, исследовательские учреждения.

Капельное орошение активно внедряется и применяется для полива лесопарковых зон, садов и виноградников. В последние годы началось использоваться испытательное капельное орошение на хлопчатнике и в других пропашных культурах в Ахалском и Дашогузском велаятах. Выявлено, что при выращивании хлопчатника с применением систем капельного орошения существенно снижается количество технологических операций и снижаются затраты ручного труда.

Перспективно использование слабоминерализованных коллекторно-дренажных вод для полива солеустойчивых культур на легких почвах, что поможет использовать потенциал обширной системы строящегося Туркменского озера. Коллекторно-дренажные воды, прежде бросовые, теперь превращаются в важный дополнительный водный ресурс.

Туркменские ученые разрабатывают наилучшие методики освоения земель вдоль новых водотоков, подбирают подходящие для этого солеустойчивые культуры с тем, чтобы обеспечить наиболее оптимальную эксплуатацию грандиозного гидросооружения. Благодаря Туркменскому озеру обводнены огромные просторы пустынных пастбищ, что полезно для животноводства, укрепляется кормовая база. Положительно этот проект отзывается на флоре и фауне Каракумов: коллекторы, как и само озеро, станут настоящим раем для птиц, основой дальнейшего развития рыбноводческой отрасли.

Благодаря Туркменскому озеру уже понизился уровень грунтовых вод во многих оазисах страны, а значит, обеспечена сохранность плодородия поливных земель - основы агропромышленного комплекса. Способствует этому и экономия влаги за счет того, что снижается потребность в промывных поливах.

Реализация масштабной комплексной программы восстановления земель, повышения плодородия, внедрения водосберегающих технологий продолжается. Цель в том, чтобы перенять ведущий мировой опыт, сделать так, чтобы ни капли драгоценной влаги не уходило зря. На решение этой задачи и работают современные мирабы во всех велятах страны [15].

Комплекс капельного орошения на виноградной плантации площадью более 50 га сдан в эксплуатацию в дайханском объединении «Гокче» Рухабатского этрапа Ахалского велята страны. Мощная насосная станция с многоступенчатыми фильтрами, специальный резервуар и капельная сеть спроектированы и построены туркменскими специалистами. Монтаж аналогичной системы орошения виноградников дайханского объединения имени С.А. Ниязова того же этрапа будет завершён в ближайшее время [16].

Как передает ашхабадский корреспондент Turkmenistan.ru, строительно-эксплуатационное управление «Дамжа», специализирующееся на создании все более востребованных в стране комплексов капельного орошения, организовано в прошлом году и использует в своей работе термостойкие трубы большого диаметра и поливные шланги производства местного, Рухабатского трубного завода.

Капельные оросительные сети уже действуют или готовятся к сдаче в ряде дайханских хозяйств. В целом же до 2010 года в Рухабатском этрапе эту прогрессивную технологию намечено освоить на площади 13 тыс. га полей, садов и виноградников при проектной стоимости в 1 трлн. 49 млрд. манатов.

Сеть капельного орошения для промышленного выращивания томатов, построенная известной израильской компанией «Мерхав», уже несколько лет успешно функционирует на площади 722 га АО «Рухубелент» Ассоциации пищевой промышленности Туркменистана. Эта система используется также на виноградных плантациях в 400 га на горных склонах Копетдага. С применением прогрессивного метода орошения выращен парк вечнозеленых хвойных и лиственных деревьев в местечке Янбаш. В планах – существенно расширить площади капельного орошения по всему Туркменистану.

### **Выводы и рекомендации**

1. В рассмотренных странах интенсивно развивается законодательная база по более широкому внедрению водосбережения.
2. В Казахстане ведется работа по рациональному использованию водных ресурсов с использованием принципов водосбережения.



Интенсивно развивается система капельного орошения на орошаемых землях.

3. В Узбекистане Государством уделяется особое внимание водосбережению и экономному использованию водных ресурсов. Внедряются различные системы водосберегающих технологий – Капельное орошение. Переносные гибкие шланги, дождевание.
4. Площадь земель с использованием капельного орошения в Казахстане составила 72,9 тысяч гектар; капельное орошение в Казахстане по сравнению с бороздковым поливом обеспечило экономию оросительной воды в следующем объеме (%): капуста - 32,7; огурец - 35,3; томат - 37,8; свекла столовая - 37,6; морковь - 34,5; лук - 31,7.
5. В Узбекистане внедрены водосберегающие технологии на площади 178 тысяч га. Из них 24 тысячи капельное орошение, 122 тысячи га переносные гибкие шланги, и 32 тысячи га орошение с использование полиэтиленовой пленки на поливные борозды. В результате внедрения водосберегающих технологий экономия оросительной воды на полях орошения составила от 20 до 40 %.
6. В Узбекистане широко развивается система производства и услуг по капельному орошению, 95 % комплектующих материалов для водосберегающих технологий производится в самом Узбекистане;
7. Для более широкого развития системы водосбережения важно всем государствам региона:
  - наладить тесные связи и сотрудничество по обмену информации, достижений и инновационных решений в водосбережении;
  - установить страновые индикаторы использования водосбережения по потребностям, по финансовым возможностям, по технической реализации и т. д.

#### **Использованная литература**

1. Духовный В.А., Мухамеджанов Ш.Ш., Саидов Р.Р. Орошение и дренаж в странах Центральной Азии, Кавказа и Восточной Европы. Ташкент, НИЦ МКВК, 2017
2. Оценка и формирование базы данных лучших практик и инструментов в Казахстане, Ташкент, 2017
3. Г. Имашева, Водосбережение в Казахстане
4. К.А. Анзельм Опыт применения водосберегающих технологий орошения в Южно-Казахстанской области

5. SIC ICWC, CAWATERinfo, [http://cawater-info.net/data\\_ca/?action=data](http://cawater-info.net/data_ca/?action=data)
6. Гидрогеология СССР том XXXIX Узбекская ССР, Изд. «Недра», Москва, 1971
7. Европейская Экономическая Комиссия ООН – Обзоры результативности экологической деятельности. Узбекистан, Второй обзор, 2010, Нью-Йорк, Женева, стр 108
8. Sh. Khamraev, V. Dukhovny, A. Kadyrov, V. Sokolov Water Resources Management in Uzbekistan, Tashkent, 2011.
9. Орошаемое земледелие Узбекистана. Существуют ли резервы водообеспеченности для устойчивого развития, НИЦ МКВК, Ташкент, 2017
10. Развитие внедрения систем капельного орошения и других водосберегающих технологий в Узбекистане, Доклад МСВХ;
11. Развитие орошения и дренажа в регионе
12. Закон Республики Узбекистан о воде и водопользовании, 1993;
13. Водный Кодекс Республики Казахстан, 2003;
14. Водный Кодекс Туркменистана
15. Рациональное водопользование - приоритетная задача водного хозяйства страны, [infoabad.com/](http://infoabad.com/)
16. В Туркмении развивают систему капельного орошения полей, садов и виноградников, <http://www.turkmenistan.ru/ru/node/18000>;
17. Доклад «Опыт водосбережения в Туркменистане и ориентиры на будущее»

## **Предложения по подготовке целинных и залежных земель к освоению**

**Бердянский В.Н., Бердянский В.В., Рябинин А.А.**

**Республика Узбекистан**

В настоящее время огромное значение имеет увеличение земельного фонда сельского хозяйства Узбекистана. Это возможно при строительстве глубокого горизонтального дренажа целинных и залежных земель. Ранее такие работы проводились в некоторых районах Узбекистана с привлечением научно-исследовательских институтов и промышленных предприятий. Внедрение новых технологий по улучшению дренажа целинных и залежных земель даст заметный эффект. Это позволит снизить стоимость строительства глубокого горизонтального дренажа в два-три раза, и увеличит продолжительность межремонтного цикла до 55 лет и более. В Узбекистане имеются материальные и технические ресурсы для обеспечения данного предложения.

Сущность улучшения дренажа целинных и залежных земель сводится к повышению качества проектных работ, к снижению затрат по транспортировке с завода изготовителя элементов строительства новых дренажных систем. Так, например, дренажные трубы, из полимерных материалов, следует изготавливать прямыми, с максимальной длиной  $L=12,5$  метра и транспортировать в таком виде. Максимальная длина трубы соответствует возможности ее загрузки в крытый грузовой вагон, при снятой крыше, при этом трубы должны быть уложены в «пакет». Это обеспечивает сохранность поверхностного, волокнистого фильтра. Поверхностное покрытие труб волокнистым фильтром и его крепление должно выполняться на заводе. Разработано несколько конструкций соединения труб между собой, по длине, с помощью соединительных патрубков в процессе их укладки при монтаже трубопровода необходимой длины. Одна из таких конструкций проста при монтаже и надежна в эксплуатации. Конструкция представлена на рис. 1.

Конструкция соединения полевых дрен с гофрированной трубой полевого коллектора производится с помощью тройников из полимерного материала. Тройники изготавливаются из полимерных материалов на том же заводе. Конструкция установки тройников показана на рис. 2.

Гофрированные трубы укладываются дреноукладчиком. Движение дреноукладчика относительно дренажного трубопровода обеспечивается с помощью подающего механизма, установленного на нем. Подающий механизм должен регулироваться величиной скорости движения дреноукладчика. При этом подающий механизм обеспечивает непрерывное поджатие дренажного трубопровода во время работы.

### **Строительство полевого коллектора закрытого типа**

Строительство полевого коллектора закрытого типа начинается от водоприемника, например, хозяйственного коллектора открытого типа. Первоначально очищается участок, по пять метров, с той и другой стороны водоприемника, например коллектора открытого типа, для входа дреноукладчика задним ходом. Путь для дреноукладчика подготавливается бульдозером шириной 6–7 метров. Бульдозер прокладывает путь для дреноукладчика, выполняя грубую планировку. Дреноукладчик задним ходом подается к водоприемнику, например хозяйственному коллектору открытого типа. Дреноукладчик заправляется гофрированной дренажной трубой, покрытой волокнистым фильтром, которая подготавливается перед дреноукладчиком. Это и есть полевой коллектор. Процесс укладки полевого коллектора производится от водоприемника, например хозяйственного коллектора открытого типа. Концевая часть полевого коллектора укладывается на заданную глубину и выступает на 300–500 мм в водоприемник, например, коллектор открытого типа. Концевая часть фиксируется арматурной сталью диаметром 10–12 мм и выступает над уровнем «дневной» поверхности на высоту  $H = 1,5$  м. На ее верхний конец устанавливается «маячок» со всеми характеристиками этого коллектора. Концевая часть коллектора укладывается дреноукладчиком, доводится до поля и служит для отвода поверхностной воды. Концевая часть траншеи, с уложенным в нее коллектором, засыпается смесью песка с гравием крупностью не более 60 мм. Далее дреноукладчик продолжает работу по укладке коллектора, и с этого момента начинается засыпка траншеи грунтом, который ранее был вынут. Дреноукладчик движется в сторону начала полевого коллектора, укладывая трубу на дно траншеи. Труба коллектора закрывается герметичной крышкой, и укладывается на дно траншеи. Это место также фиксируется арматурной сталью диаметром 10–12 мм и выступает над уровнем «дневной» поверхности земли на высоту  $H = 1,5$  м. На ее верхний конец также устанавливается «маячок» со всеми характеристиками этого коллектора. В качестве характеристик излагаются:

- время строительства

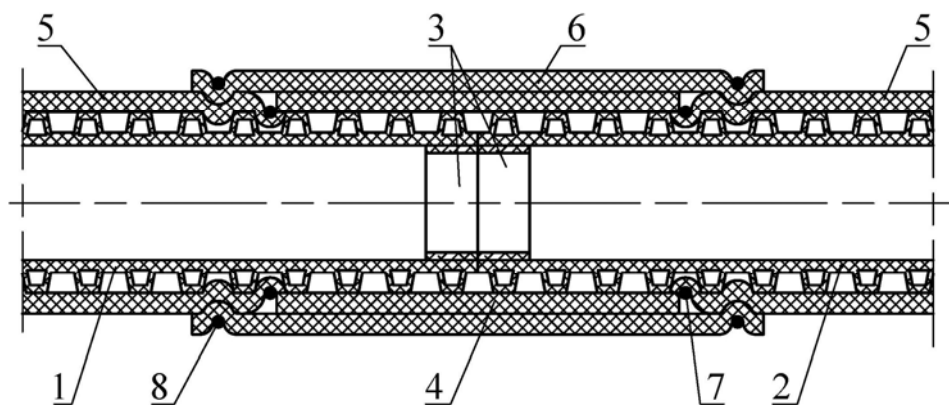
- характеристика полевого коллектора

- подключаемые к коллектору полевые дрены: с левой стороны – нечетное обозначение дрен (1–11), с правой стороны – четное обозначение дрен (2–12)

Вся траншея засыпается остатками зернистого фильтра и вынутым в процессе строительства грунтом.

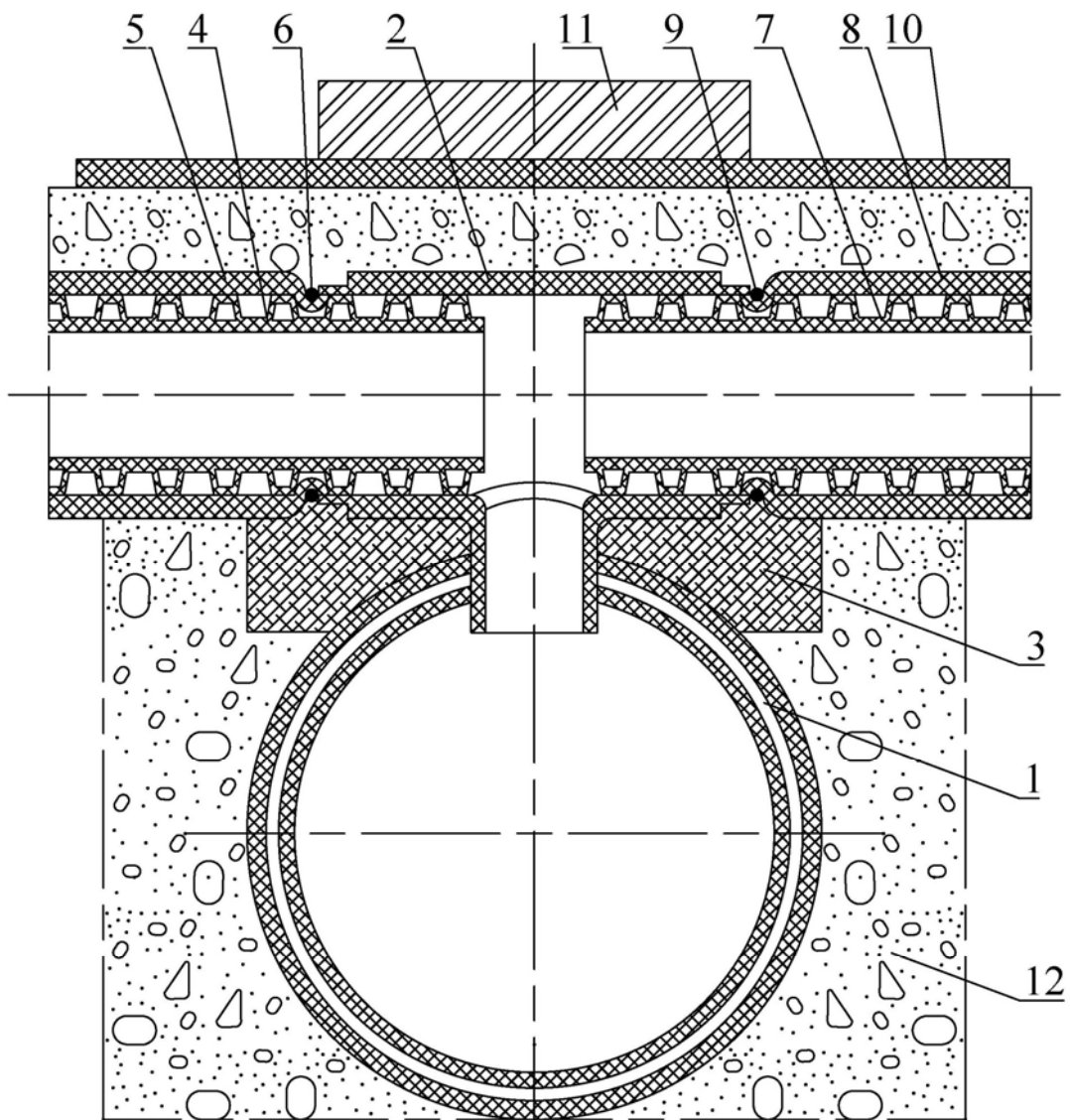
### **Установка полевых дрен и соединение их с коллектором**

В зоне укладки полевого коллектора, по его длине, размечаются места установки дрен. После этого, в зоне установки дрен, раскапывается шурф, до верхнего уровня полевого коллектора. Соединение полевых дрен с коллектором осуществляется с помощью тройника (рис. 2.) В полевом коллекторе, закрытого типа, представляющим собой гофрированную дренажную трубу, покрытую волокнистым фильтром, в верхней части которой, центрорезом вырезается отверстие. В это отверстие вставляется патрубок тройника, на который, для герметичности узла, устанавливается кольцо синтетического пористого материала (например, пороизол). Тройник представляет собой деталь полой конструкции Т-образной формы, со сквозным проходом, в середине которого расположен выход в виде патрубка. Длина сквозной части должна быть 120–150 мм. Патрубок выступает на 40–50 мм. На концы тройника (сквозной проход) с двух сторон подключаются полевые дрены. Все операции по укладке полевых дрен производятся аналогично укладке полевого коллектора закрытого типа.



1. Дренажная труба системы.
2. Подсоединяемая дренажная труба.
3. Кольцо вставное (полипропилен).
4. Соединительный патрубок (полиэтилен). При монтаже патрубков подогревается.
5. Волокнистый фильтр дренажной трубы.
6. Волокнистый фильтр соединения дренажных труб.
7. Обвязка фильтра на дренажных трубах. Нить синтетическая.
8. Обвязка фильтра соединения труб. Нить синтетическая.

Рис. 1



1. Коллектор закрытого типа.
2. Тройник (из полимерного материала).
3. Колцо (для герметичности узла).
4. Дрена нечетная.
5. Волокнистый фильтр нечетной дрены
6. Обвязка фильтра нечетной дрены.
7. Дрена четная
8. Волокнистый фильтр четной дрены
9. Обвязка фильтра четной дрены.
10. Покрывало из волокнистого фильтра.
11. Груз Р=5-7кг.
12. Зернистый фильтр (Смесь песка с гравием).

Рис. 2

## **Сеть водохозяйственных организаций стран ВЕКЦА: 10 лет работы**

**Беглов И.Ф., Беликов И.В.**

**Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии**

В декабре 2018 г. исполняется десять лет с момента, как в Москве собрались представители Азербайджана, Армении, Беларуси, Казахстана, Молдовы, России, Узбекистана и Украины и приняли решение об учреждении сети водных профессионалов – мелиораторов, гидротехников, ученых и специалистов из других отраслей. Тогда же были и определены основополагающие принципы деятельности сети, актуальные по сей день:

- добровольность участия,
- профессиональное единство и взаимопонимание,
- обмен мнениями, опытом, информацией по самым разным аспектам водохозяйственной деятельности,
- отсутствие финансовых взносов.

Было предложено, что вновь созданная Сеть водохозяйственных организаций стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (СВО ВЕКЦА) будет являться подразделением Международной сети бассейновых организаций в русскоязычном секторе.

Позже, на семинаре по обзору развития Сети и учредительной конференции (Москва, 31 мая 2010 г.), были утверждены Устав Сети, Положение о Секретариате и определен перечень направлений, по которому осуществляется обмен информацией:

- Состояние водных ресурсов (количество и качество);
- Интегрированное управление и использование водных ресурсов;
- Перспективы использования трансграничных водных объектов;
- Качество вод и загрязнение водных ресурсов;
- Создание электронной базы данных качества водных ресурсов;
- Водоохранный опыт по внедрению интегрированного управления;



- Достоверность данных в информационных системах;
- Гидрологическое и водохозяйственное моделирование;
- Экологическая безопасность водопользования на трансграничных системах;
- Развитие системы учета и регулирования водных ресурсов в бассейнах рек;
- Роль водных ресурсов в развитии народного хозяйства;
- Информация о проектах и их результатах;
- Информационные технологии;
- Обучение, непрерывное образование;
- Развитие информационных систем
- Гидрогеологическая информация, климатические данные;
- Водная стратегия;
- Нормативно-правовая документация.

С первых дней образования Сети поддержку ей оказывают Европейская экономическая комиссия ООН, МИД Российской Федерации, Научно-информационный центр МКВК и Министерство сельского водного хозяйства Республики Узбекистан (ныне – Минводхоз).

В настоящее время инструментами сети являются:

- ежедневно обновляемый веб-сайт СВО ВЕКЦА (новости, публикации, отчеты о конференциях и т.п.);
- организация и проведение конференций сети (как правило, раз в год);
- издание сборников научных трудов на различную тематику;
- издание на русском языке журналов «Информационный бюллетень Международной сети бассейновых организаций» и бюллетеня Международного бюро по водным ресурсам «Международные новости»;
- участие в региональных семинарах, конференциях и круглых столах в разрезе сетевых объединений;
- развитие «Атласа водохозяйственных и экологических организаций стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии».

За прошедшее десятилетие были проведены:

- установочный семинар (Москва, 11-12 декабря 2008 г.)
- рабочая встреча с участием стран Южного Кавказа (Ташкент, 8-9 апреля 2009 г.)
- семинар по обзору развития Сети и учредительная конференция (Москва, 31 мая 2010 г.)
- научно-практический семинар «Обмен информацией и знаниями и наращивание потенциала в водном секторе стран ВЕКЦА» (Алматы, 19 сентября 2012 г.)
- конференция СВО ВЕКЦА «Проблемы и прогресс в водном хозяйстве и мелиорации земель в странах ВЕКЦА» (Киев, 7 ноября 2012 г.)
- конференция СВО ВЕКЦА «Содружество водных профессионалов - платформа для межгосударственного сотрудничества по водным ресурсам» (Москва, 8 ноября 2013 г.)
- конференция СВО ВЕКЦА «Водосбережение и эффективность использования водных ресурсов» (Минск, 21-22 мая 2015 г.)
- конференция СВО ВЕКЦА «Культурные и образовательные аспекты водного хозяйства стран ВЕКЦА» (Алматы, 9-10 февраля 2016 г.)
- конференция СВО ВЕКЦА «Проблемы управления речными бассейнами в условиях изменения климата» (Москва, 18-19 мая 2017 г.)

Перечень подготовленных и изданных сборников научных трудов включает в себя:



**Комплексное решение проблем использования водных и земельных ресурсов в регионе ВЕКЦА (2010)**

В сборнике представлены результаты научных исследований, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов и охрану окружающей среды, подходы по решению проблем внедрения ИУВР.

### **Проблемы экологии и использования водно-земельных ресурсов в регионе ВЕКЦА (2010)**

В сборнике представлены результаты научных исследований, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов и охрану окружающей среды, подходы по решению проблем внедрения ИУВР в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии.



### **Использование водно-земельных ресурсов и экологические проблемы в регионе ВЕКЦА в свете изменения климата (2011)**

В сборнике представлены результаты научных исследований, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов, охрану окружающей среды, подходы по решению проблем внедрения ИУВР в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, в том числе и представленные на международной конференции «Навстречу 6-му Всемирному Водному Форуму — совместные действия в направлении водной безопасности» (12-13 мая 2011 г., Ташкент, Узбекистан).

### **Водное хозяйство и интегрированное управление водными ресурсами в странах ВЕКЦА: проблемы и решения (2012)**

В сборнике представлены результаты научных исследований, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов, охрану окружающей среды, подходы по решению проблем внедрения ИУВР в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии.



### **Проблемы и прогресс в водном хозяйстве и мелиорации земель в странах ВЕКЦА (2012)**

Материалы конференции Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии, 7 ноября 2012 г., Киев, Украина

### **Водная, энергетическая и продовольственная безопасность в странах ВЕКЦА: проблемы и решения (2013)**

В сборнике представлены статьи, отражающие современное состояние дел в области водной, энергетической и продовольственной безопасности в странах ВЕКЦА.





### **Водосбережение как средство выживания человечества в условиях нарастания водного кризиса (2015)**

В сборнике представлены статьи, отражающие современное состояние дел в области водосбережения в условиях нарастания водного кризиса в странах ВЕКЦА.

Рассмотрены вопросы нарастания водного дефицита, вызовов для водной безопасности: природных – связанных с изменением климата; антропогенных – вызванных ростом потребления ресурсов; будущего развития, включая гидроэнергетику.

### **Водосбережение и эффективность использования водных ресурсов (2015)**

В сборнике представлены доклады, прозвучавшие на международной конференции Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии «Водосбережение и эффективность использования водных ресурсов» (21-22 мая 2015, Минск, Беларусь).



### **Культурные и образовательные аспекты водного хозяйства стран ВЕКЦА (2016)**

В сборнике представлены статьи, отражающие роль водных ресурсов в развитии цивилизации, морально-этические аспекты отношения общества к воде как к ресурсу, значение воды в культурном и образовательном аспектах в странах ВЕКЦА.

### **Проблемы управления речными бассейнами в условиях изменения климата (2017)**

В сборнике представлены статьи, отражающие современное состояние исследований и реализуемых мероприятий по предотвращению последствий, вызванных изменением климата в странах Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии.



Атлас водохозяйственных и экологических организаций стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии является онлайн-инструментом, объединяющим интерактивную карту и базу данных с эффективной системой фильтрации – объект можно выбрать либо непосредственно на карте, либо через диалоговую систему боковых выпадающих меню.

В базе данных содержатся сведения по водохозяйственным, природоохранным, научно-исследовательским, проектным, коммерческим,

речным бассейновым организациям, учебным заведениям, органам государственного управления стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии.

Основой для разработки интерактивной карты стало использование технологии GoogleMapsAPI, на основе которой осуществлено связывание масштабируемой карты с базой данных. Также использованы возможности веб-технологий PHP+MySQL и JavaScript для создания гибкой в использовании базы данных.



### Атлас водохозяйственных и экологических организаций стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии

Базы данных Об Атласе Добавить данные Управление Выбты

Легенда

- Узбекистан
- Казахстан
- Туркменистан
- Таджикистан
- Кыргызстан
- Беларусь
- Украина
- Молдова
- Армения
- Азербайджан
- Грузия
- Россия

Поиск в базе данных

Тип организации  
Все

Страна  
Все

[Получить результаты](#)

Результаты поиска

Показаны записи 1-11 из 15.

1 2 3 4 5 6 7

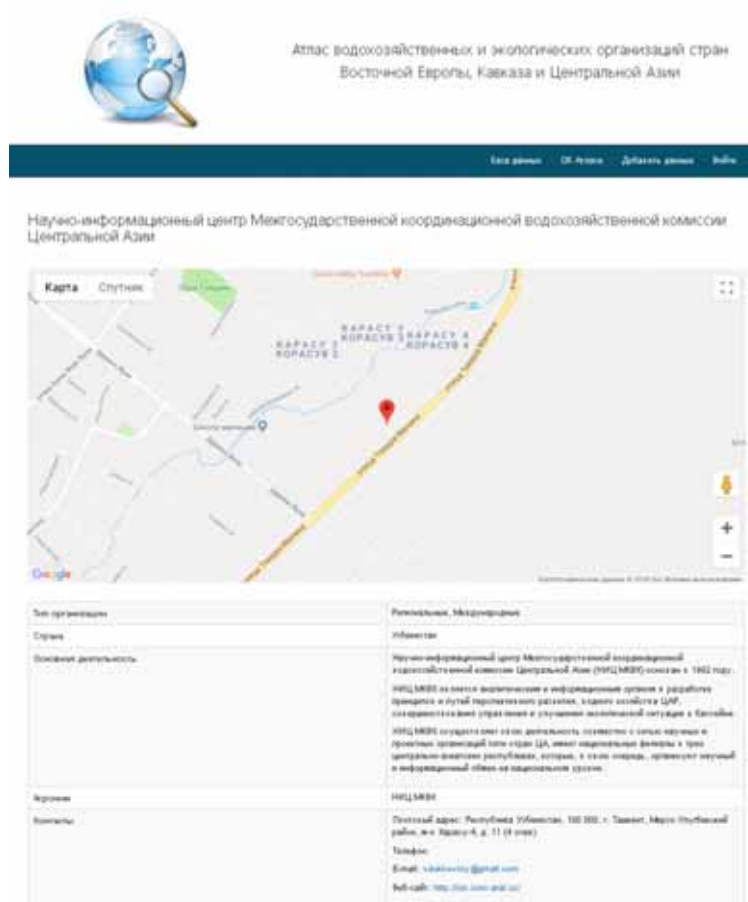
Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии  
Ижевск

Ассоциация хранителей рек "ЭКО-ПРОС" [Беларусь](#)

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова  
Рязань

ФГБУ "Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов"

**Заглавная страница Атласа**  
(<http://atlas.cawater-info.net/base/index>)



### Пример вывода информации

Атлас предоставляет возможность самостоятельного добавления пользователями новых организаций через специальную форму. После одобрения модератором добавленные сведения становятся доступными всем.

Подытоживая вышеперечисленное, можно отметить, что работа Сети в течение прошедшей декады демонстрирует высокую значимость поддержания профессионального единства, информационного обмена и распространения передового опыта. Вместе с тем, необходимо активизировать усилия:

- по наращиванию информационного пространства в сфере управления водными ресурсами;
- по обмену информацией о лучших практиках и эффективных технологиях в сфере рационального использования водных ресурсов, снижения их загрязнения и истощения;

- по развитию центров знаний (региональных и национальных) с целью оказания помощи водопользователям разных уровней водной иерархии;
- по привлечению бассейновых организаций в деятельность Сети;
- по организации семинаров-тренингов, демонстрационных туров для изучения наилучших практик и обмена опытом и знаниями в сфере управления водными ресурсами.

## **Влияние изменения климата на водный сектор и адаптационные мероприятия, направленные на снижение рисков**

**Аганов С.Е.**

**ПОО «Тебиги Кувват», Туркменистан**

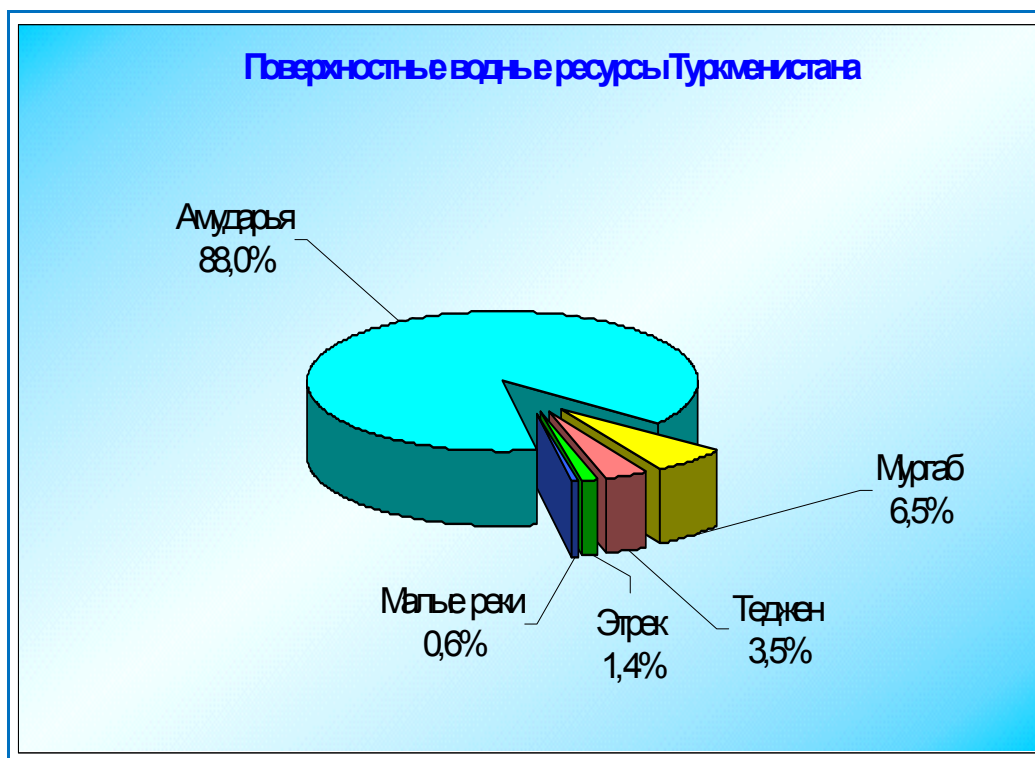
В современных условиях вода является главным фактором, определяющим устойчивость экономики любого государства. Истощение ресурсов минерального сырья – дело лишь более или менее отдаленного будущего, с водой положение обстоит иначе – её дефицит становится ощутимей с каждым днем.

Вода является важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, но уязвимым природным ресурсом. Вода обеспечивает жизнедеятельность человека, его экономическое, социальное и экологическое благополучие, существование животного и растительного мира, а также интересы государства в области международной и национальной водной политики.

Общий объем водных ресурсов Туркменистана в год средней водности оценивается в  $25 \text{ км}^3$ , который складывается из поверхностного стока рек Амударья, Мургаб, Теджен, Этрек, мелких водотоков северо-восточных склонов Копетдага и незначительных объемов подземных и коллекторно-дренажных вод. Из общего объема поверхностных водных ресурсов 22 млрд  $\text{м}^3$ , или 88 %, приходится на Амударью. Остальную часть составляют: река Мургаб — 1,631 млрд  $\text{м}^3$  (6,5 %), река Теджен — 0,869 млрд  $\text{м}^3$  (3,5 %), реки Этрек, Сумбар и Чандыр — 0,354 млрд  $\text{м}^3$  (1,4 %) и малые реки — 0,15 млрд  $\text{м}^3$  (0,6 %).

На территории страны разведано более 130 месторождений подземных вод, которые в настоящее время частично используются для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд населения. Суммарный отбор подземных вод колеблется по годам в пределах 470,7 млн.  $\text{м}^3/\text{год}$ . При этом более 45 % объема используется на нужды хозпитьевого водоснабжения, около 30 % — на орошение, остальное — на прочие нужды (обводнение пастбищ, бальнеология). Утвержденные запасы подземных вод в целом по Туркменистану составляют 3,4 млрд.  $\text{м}^3$ , разведанные — 6 млрд.  $\text{м}^3$ , а прогнозные — 9 млрд.  $\text{м}^3$ . [8]





Все реки Туркменистана, кроме мелких водотоков северо-восточных склонов Копетдага, являются трансграничными – 95% поверхностных вод формируются за пределами страны.

Главной и самой крупной по водоносности рекой Туркменистана является Амударья. Площадь водозабора реки Амударья составляет 227 тыс. км<sup>2</sup>, среднегодовой сток – 79 000 млн. м<sup>3</sup> воды в год. Водоотбор из Амударьи в Каракум реку регулируется тремя внутрисистемными водохранилищами общей емкостью 2,4 км<sup>3</sup>.

Вторая по величине река Туркменистана – Мургаб. Ее длина до устья составляет 978 км. К настоящему времени среднегодовой сток по реке Мургаб в Туркменистан составляет около 1 млрд. м<sup>3</sup> воды в год. Распределение стока реки Мургаб в течение года происходит более равномерно, чем реки Амударьи.

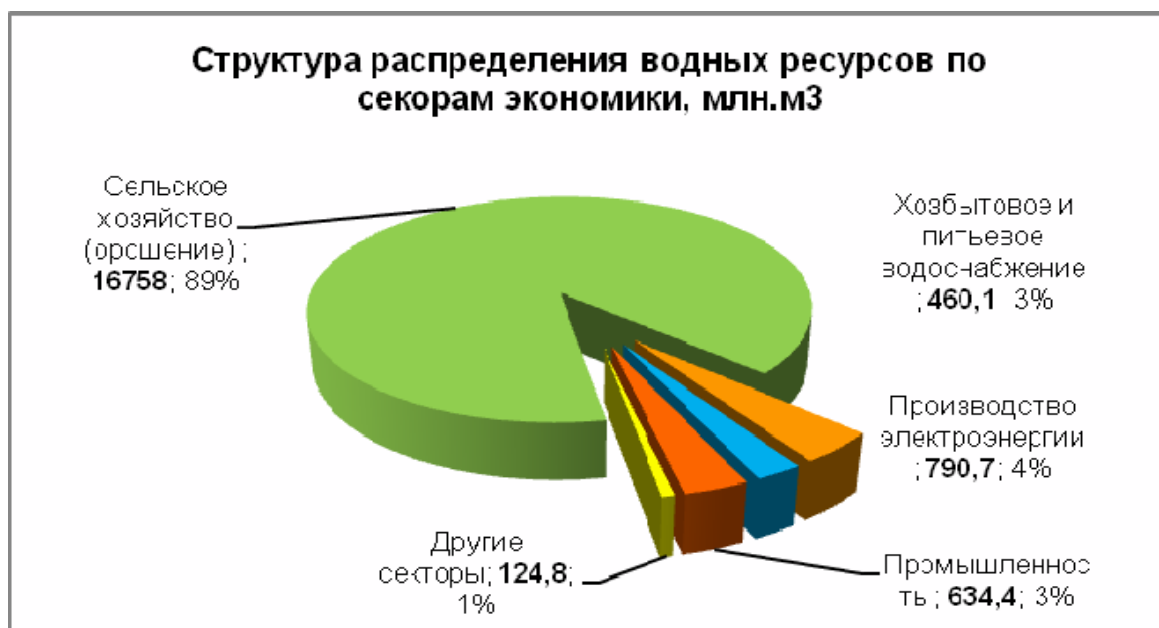
Следующей по протяженности и величине стока рекой Туркменистана является Теджен. Протяженность этой реки составляет 1150 км. Воды этой реки в существенной мере используются на территории Афганистана и Ирана и на территорию Туркменистана поступает среднегодовой сток в размере примерно 30-35% годового стока.

И, наконец, еще одной крупной рекой Туркменистана является река Этрек, которая протекает на западе Туркменистана. Протяженность реки Этрек составляет 669 км, а водозабор охватывает территорию 27 тыс. км<sup>2</sup>. Средний годовой расход реки Этрек составляет 8,6 м<sup>3</sup>/с., имеет тенденцию

снижения и составляет в настоящее время около  $5 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Притоком реки Этрек является река Сумбар. Её длина составляет 245 км. Площадь ее водозабора составляет 8,3 тыс. км<sup>2</sup>, а средний многолетний расход реки в ее устье –  $0,93 \text{ м}^3/\text{с}$ . Остальные источники поверхностных вод – селевого типа с коротким периодом снегодождевого питания в марте-апреле [6].

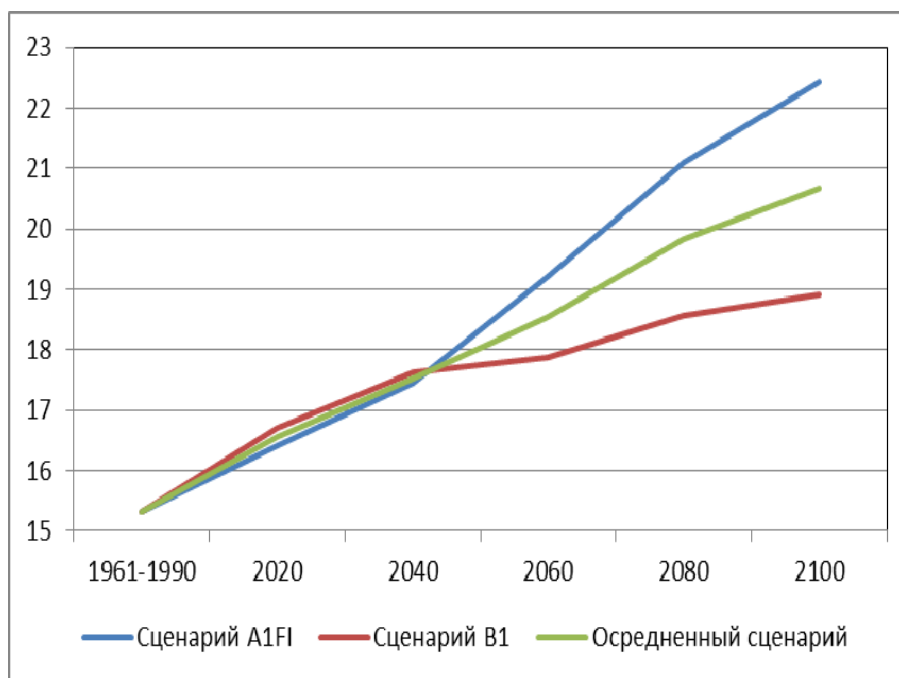
Сектор водное хозяйство – один из важнейших и наиболее уязвимых. Уже в «Первом национальном сообщении по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата» (2006), отмечено, что «Туркменистан относится к тем регионам, которые могут в наибольшей степени пострадать в результате глобального потепления климата». В первую очередь это отразится на сельском хозяйстве, целиком базирующемся на орошаемом земледелии.



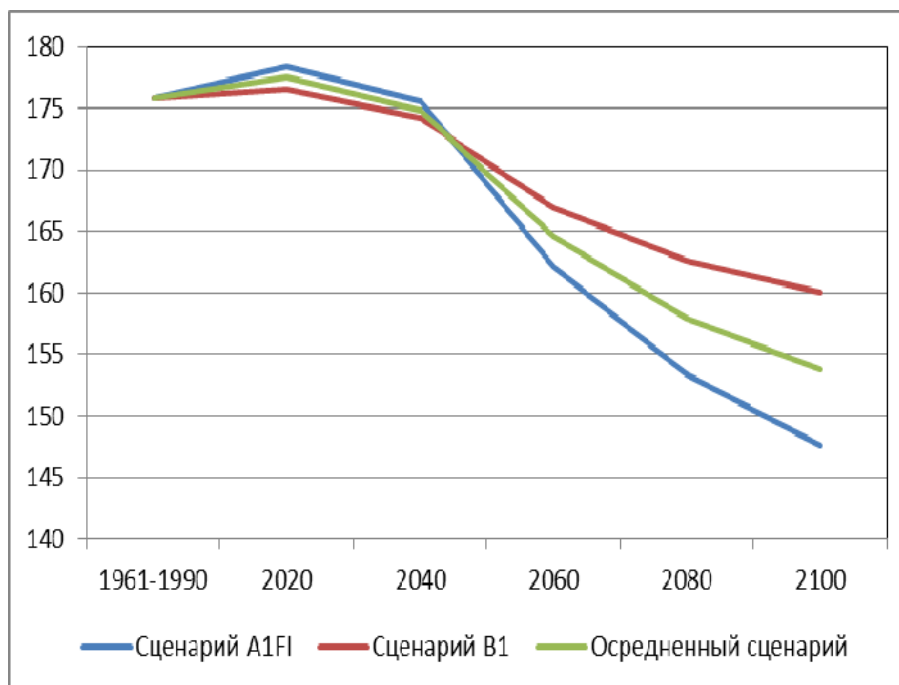
Предполагаемое повышение температуры воздуха и снижение годового количества осадков в результате изменения климата в первую очередь отразится на уменьшении стока и изменении гидрографа рек, увеличении испарения с водной поверхности, что в конечном итоге повлияет на обеспеченность водой орошаемого земледелия, на котором базируется сельское хозяйство страны. Предварительный расчет показывает, что сток местных рек снизится более чем на 30 %.

Ниже приведены графики динамики среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков по сценариям (A1F1, B1 и осредненный сценарий) по материалам Второго и Третьего национального

сообщения по Рамочной конвенции ООН об изменении климата (2009 г. и 2015 г.).



**Динамика отклонения среднегодовой температуры  
от средних за 1990-2100 гг.**



**Динамика отклонения годового количества осадков  
от средних за 1990-2100 гг.**

Усиление дефицита водных ресурсов в связи с изменением климата обуславливают необходимость дальнейшего укрепления законодательной и нормативной базы по управлению водными ресурсами в Туркменистане. Уменьшение объёма водных ресурсов вызывает необходимость пересмотра методов использования оросительной воды, повышения производительности оросительных систем за счёт их модернизации.

В Национальной стратегии Туркменистана по изменению климата (2012) отмечено:

- среднегодовая температура воздуха на территории страны увеличивается на 0,18-0,2°C за десятилетие.
- до 2040 г. прогнозируется повышение температуры атмосферного воздуха на всей территории Туркменистана примерно на 2°C, а уже к 2100 г. до 6-7°C.
- начиная с 2040 г. ожидается снижение количества осадков, а к 2100 г. количество осадков снизится на 8÷17%.
- сток Амударьи уменьшится на 10-15%.
- сток рек Мургаб, Теджен и Этрек уменьшится – на 5-8 %. Причем, особенно важным является то, что сток рек в вегетационный период может снизиться до 30 %.
- прогнозируется увеличение количества паводков и селевых потоков (на 10 % в год), ливневых дождей (на 5% в год) и периодов сильной жары (на 1,6 % в год).

Общая величина снижения стока составит порядка 2400 млн. м<sup>3</sup>, разница в объеме испарения с современным составом составит 150 млн. м<sup>3</sup>; по причине увеличения оросительной нормы для основных сельскохозяйственных культур не менее чем на 13 %, потребность воды для орошения увеличится на 3000 млн.м<sup>3</sup>.

В целом потребность в дополнительных водных ресурсах составит порядка 5,5 млрд.м<sup>3</sup>. Исходя из этого, был рассчитан возможный ущерб по недополученной продукции по причине недостатка воды, который может составить порядка 58 777 млн. манат (20 523 млн. долларов). Оценка потерь натуральной продукции за 15-летний период показывает, что недобор пшеницы может составить 3,8 млн. тонн, а хлопка-сырца – 3,2 млн. тонн.

В этом расчете не учтен ущерб от снижения урожайности по причине ухудшения мелиоративного состояния земель и необходимости

выполнения промывных поливов, а также возможные потери в животноводстве.

Для предотвращения негативной ситуации предлагается осуществление ряда адаптационных мероприятий, направленных на восполнение дефицита водных ресурсов, связанных с изменением климата.

### **Адаптационные мероприятия**

- Совершенствование управления водными ресурсами:
  - переход на интегрированное управление водными ресурсами;
  - изучение и внедрение опыта создания Ассоциаций водопользователей;
  - постепенное внедрение системы платного водопользования
- Оптимизация размещения сельскохозяйственного производства.
- Осуществление мероприятий, обеспечивающих повышение КПД оросительных систем:
  - осуществление комплексной реконструкции орошаемых земель (КРОЗ);
  - осуществление мелиоративного улучшения земель (МУЗ);
  - реконструкция существующих и строительство новых гидротехнических сооружений
- Внедрение прогрессивных способов орошения:
  - совершенствование существующих (традиционных) способов орошения;
  - капельное орошение;
  - дождевание
- Осуществление селекционной работы по выращиванию засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур
- Вовлечение дополнительных водных ресурсов:
  - слабоминерализованные коллекторно-дренажные воды;
  - подземные воды;
  - сточные воды
- Строительство дополнительных водохранилищ и увеличение емкости существующих водохранилищ:

Осуществление этих мероприятий позволит в перспективе существенно снизить проблему дефицита водных ресурсов, связанного с изменением климата.

Таблица

**Оценка осуществления адаптационных мероприятий в водном секторе**

<b>Мероприятия</b>	<b>Общая величина затрат, млн. долл.</b>	<b>Объем сэкономленной (дополнительной) воды, млрд. м<sup>3</sup></b>
Совершенствование управления водными ресурсами	4,1	0,2-0,3
Оптимизация размещения сельскохозяйственного производства	18,5	1,0-1,5
Осуществление комплексной реконструкции орошаемых земель (КРОЗ) – на площади 357 тыс.га	2876	0,4-0,5
Осуществление мероприятий по мелиоративному улучшению используемых земель (МУЗ) – на площади 535 тыс.га	4445	0,4-0,5
Реконструкция существующих и строительство новых гидротехнических сооружений, обеспечивающих сокращение потерь и рациональное использование воды и т.д.	910	0,2-0,3
Совершенствование существующих (традиционных) способов орошения – на площади 385 тыс.га	16,4	0,7-0,8
Капельное орошение – на площади 96 тыс.га	2110	0,4-0,5
Дождевание – на площади 69 тыс.га	2310	0,4-0,5
Слабоминерализованные коллекторно-дренажные воды (довести объем использования до 1000 млн.м <sup>3</sup> )	577	1,0
Подземные воды (довести объем использования до 870 млн.м <sup>3</sup> )	485	0,9
Сточные воды (довести объем использования до 670 млн.м <sup>3</sup> )	336	0,7
Строительство дополнительных водохранилищ и увеличение емкости существующих водохранилищ	1335	1,0
<b>ВСЕГО</b>	<b>15424</b>	<b>7,3-8,5</b>

Оценка осуществления адаптационных мероприятий в водном секторе показывает, что при затратах порядка 15,4 млрд. долларов предотвращенный ущерб составит более 20,5 млрд. долларов, что подтверждает экономическую целесообразность и эффективность их выполнения.

### Использованная литература

1. Водный Кодекс Туркменистана
2. Кепбанов Ё.А. Баллыев.Б.Б. Организация управления природоохранной деятельностью в Туркменистане. – Ашхабад. 2018
3. Национальная стратегия Туркменистана по изменению климата, Ашхабад, 2012.
4. Первое, Второе и Третье Национальные сообщения Туркменистана по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.
5. С. Аганов, А. Николаенко, И. Мирхашимов. Стандарты и нормы качества вод в Туркменистане. – Алматы: «OST-XXI век», 2009.
6. Станчин Иван, Лерман Цви. Аграрная реформа в Туркменистане. Израиль, Реховот: Иерусалимский Университет, Центр исследования экономики сельского хозяйства, 2003) / <http://departments.agri.huji.ac.il/economics/lerman-turk-water.pdf>
7. Статистический ежегодник Туркменистана. – Государственный Комитет Туркменистана по статистике. – Ашхабад, 2015.
8. В Туркменистане обсудили вопросы использования трансграничных водных ресурсов / <http://sng.today/ashkhabad/5509-v-turkmenistane-obsudili-voprosy-ispolzovaniya-transgranichnyh-vodnyh-resursov.html>





Главный редактор - проф. В.А. Духовный

Верстка и макет - И.Ф. Беглов

Подготовлено к печати и отпечатано  
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,  
г. Ташкент, массив Карасу-4, д. 11  
Эл. почта: vdukhovniy@gmail.com

[cawater-info.net](http://cawater-info.net)

[sic.icwc-aral.uz](http://sic.icwc-aral.uz)

[eessa-water.net](http://eessa-water.net)